



Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 35/2024

# Karjujen ja GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen kasvatus ja käsittely teurastamolla

Kirjallisuuskatsaus

Marja Karhapää, Liisa Keto, Mari Heinonen, Anna Valros ja Jarkko Niemi

Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 35/2024

# **Karjujen ja GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen kasvatus ja käsittely teurastamolla**

Kirjallisuuskatsaus

**Marja Karhapää, Liisa Keto, Mari Heinonen, Anna Valros ja Jarkko Niemi**



**HKSCAN**



Karjupossu-hanke on saanut rahoitusta Maatilatalouden kehittämisrahastosta (MAKERA/Maa- ja metsätalousministeriö), liha-alan yrityksiltä ja Maa- ja metsätaloustuottajain keskusliitolta.

**Viittausohje:**

Karhapää, M., Keto, L., Heinonen, M., Valros, A. & Niemi, J. 2024. Karjujen ja GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen kasvatus ja käsittely teurastamolla : Kirjallisuuskatsaus. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 35/2024. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 64 s.

Maija Karhapää ORCID ID, <https://orcid.org/0000-0003-4007-7259>



ISBN 978-952-380-908-6 (Verkkójulkaisu)

ISSN 2342-7639 (Verkkójulkaisu)

URN <http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-908-6>

Copyright: Luonnonvarakeskus (Luke)

Kirjoittajat: Marja Karhapää, Liisa Keto, Mari Heinonen, Anna Valros ja Jarkko Niemi

Julkaisija ja kustantaja: Luonnonvarakeskus (Luke), Helsinki 2024

Julkaisu vuosi: 2024

Kannen kuva: Liisa Keto, Luke

## Tiivistelmä

Marja Karhapää<sup>1</sup>, Liisa Keto<sup>2</sup>, Mari Heinonen<sup>3</sup>, Anna Valros<sup>4</sup> ja Jarkko Niemi<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Luonnonvarakeskus (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki

<sup>2</sup> Luonnonvarakeskus (Luke), Tietotie 2 C, 31600 Jokioinen

<sup>3</sup> Helsingin yliopisto, Eläinlääketieteellinen tiedekunta

<sup>4</sup> Helsingin Yliopisto, Eläinten hyvinvoinnin tutkimuskeskus

<sup>5</sup> Luonnonvarakeskus (Luke), Kampusranta 9, 60320 Seinäjoki

Porsaille tehtävä kirurginen kastratio on kipua aiheuttava toimenpide, joka heikentää porsaiden hyvinvointia. Kirurgisessa kastratiossa urospuoliselta porsaalta poistetaan kivekset. Kastratio ehkäisee tehokkaasti karjunhajuisten ruhojen esiintymistä teurastamoilla. Kastroidut siat (leikot) ovat rauhallisempia ja hiljaisempia ja niiden käsittely on helpompaa kuin kastroiduttomien sikojen (karjujen), koska kastratio vähentää karjujen aggressiivista ja seksuaalista käyttäytymistä. Eläinten hyvinvointilaissa (EHL 693/2023) on kirjattu, että porsaiden kirurginen kastratio lopetetaan 12 vuoden siirtymäajan kuluessa. Kirurgisesta kastratiosta luopumiseen on kaksi päävaihtoehtoa. Ensimmäinen vaihtoehto on kasvattaa kastroidettomia urossikoja eli karjuja. Toinen vaihtoehto on sikojen kastroidinta käyttämällä GnRH-rokotetta (immunkastratio). Karjujen kasvatusolosuhteissa tulisi ottaa huomioon karjuille ominainen lisääntynyt aggressiivinen ja seksuaalinen käyttäytyminen, muutoin karjujen hyvinvointi voi vaarantua lihasikavaiheessa. Tähän kirjallisuustutkimukseen on koottu tietoa karjujen ja GnRH-rokotteella kastroidettujen karjujen kasvatuksen ominaispiirteistä, ruokinnasta, käsittelystä teurastamoilla ja karjunhajuksen esiintyvyydestä ja teurastamoilla käytetyistä määritysmenetelmistä. Katsaukseen on koottu tietoa myös karjunhajuksen lihan käyttömahdollisuuksista.

**Asiasanat:** sika, karju, kirurginen kastratio, GnRH-rokote, olosuhteet, ruokinta, karjunhaju

# Sisällys

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. Johdanto .....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>2. Aineisto ja menetelmät .....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>3. Karjuporsaiden kirurginen kastratio.....</b>                                   | <b>9</b>  |
| <b>4. Karjujen kasvatus .....</b>  | <b>10</b> |
| 4.1. Parhaat hoitokäytännöt karjujen kasvatukseen .....                              | 10        |
| 4.1.1. Matalan stressitason kasvatusympäristö .....                                  | 11        |
| 4.1.2. Karsinat .....  | 11        |
| 4.1.3. Lattiat.....  | 12        |
| 4.1.4. Sikojen kasvatus sukupuolittain erillään .....                                | 13        |
| 4.1.5. Kasvatus vieroituksesta teurastukseen pahnueittain .....                      | 14        |
| 4.1.6. Karjujen ruokinta.....  | 14        |
| 4.2. Teurastuksen ajoittaminen.....  | 20        |
| 4.3. Sikojen jalostus.....   | 22        |
| 4.4. Karjujen käsittely kuljetuksen aikana ja teurastamolla.....                     | 22        |
| <b>5. GnRH-rokotteella kastroidut karjut.....</b>                                    | <b>25</b> |
| 5.1. GnRH-rokotteen antaminen.....   | 26        |
| 5.2. GnRH-rokotusohjelma ja ohjeistus.....   | 27        |
| 5.3. Varhainen tai myöhäinen GnRH-rokotusajankohta .....                             | 28        |
| 5.4. Kolmas GnRH-rokoteannos .....   | 29        |
| 5.5. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen ruokinta .....                           | 29        |
| 5.6. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen käyttäytymisen seuranta.....             | 30        |
| 5.7. Teurastamolle toimitettavat asiakirjat .....                                    | 30        |
| 5.8. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen käsittely ja testaus teurastamolla ..... | 31        |
| <b>6. Karjunhaju.....</b>  | <b>33</b> |
| 6.1. Karjunhajun määrä ja esiintyminen .....   | 33        |
| 6.1.1. Karjunhajun esiintyminen GnRH-rokotetuilla karjuilla .....                    | 35        |
| <b>7. Karjunhajun havaitsemismenetelmät teurastamolla .....</b>                      | <b>36</b> |
| 7.1. Ihmisenämenetelmä.....  | 36        |
| 7.1.1. Testaajien valinta ja koulutus .....  | 36        |
| 7.1.2. Tottumisen estäminen .....  | 37        |
| 7.1.3. Kuumailma/kuumarauta-menetelmä (teuraslinjalla) .....                         | 37        |
| 7.1.4. Kaasukäyttöinen rauta (teuraslinjalla).....                                   | 37        |

|  |           |
|--|-----------|
| 7.1.5. Kuumavesimenetelmä (teuraslinjan ulkopuolella) .....                    | 38        |
| 7.1.6. Mikroaaltomenetelmä (teuraslinjan ulkopuolella) .....                   | 38        |
| 7.2. Karjunhajun havaitsemisen asteikot.....                                   | 38        |
| 7.2.1. Binääriasteikot.....  | 38        |
| 7.2.2. Monitasoiset asteikot .....   | 38        |
| 7.2.3. Laadunvalvonta.....   | 39        |
| 7.2.4. Ohjeistus.....  | 39        |
| 7.3. Muut karjunhajun määrittämenetelmät .....                                 | 40        |
| 7.4. Palaute karjunhajuisista ruhoista ja tarkastukset.....                    | 41        |
| <b>8. Karjunlihan ominaispiirteet .....</b>                                    | <b>42</b> |
| 8.1. Karjunhajuisten ruhojen erottelu teuraslinjalla, käyttö ja käsittely..... | 43        |
| 8.1.1. Laimentaminen .....   | 44        |
| 8.1.2. Ilmakuivaaminen .....   | 45        |
| 8.1.3. Fermentointi.....   | 45        |
| 8.1.4. Savustus.....   | 45        |
| 8.1.5. Lämpökäsittely .....  | 45        |
| 8.1.6. Mausteiden käyttö.....  | 45        |
| 8.2. Karjunlihan hinnoittelu .....   | 46        |
| 8.3. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen lihan hinnoittelu .....            | 47        |
| <b>Viitteet.....</b>   | <b>48</b> |

# 1. Johdanto

Kirurginen kastraatio on rutiininomainen toimenpide, joka on edelleen hyvin yleinen useimmissa maissa, vaikka sen tiedetään aiheuttavan porsaille stressiä ja kipua. Kirurgisessa kastraatiossa urospuoliselta porsaalta poistetaan kivekset. Se ehkäisee karjunhajuisten ruhojen esiintymistä teurastamoilla. Karjunhajulla tarkoitetaan lihan epämiellyttävää hajua tai makua, joka johtuu pääasiassa kahden kemiallisen yhdisteen (skatoli ja androstenoni) kertymisestä sikojen, pääasiassa karjujen kudoksiin (Andresen 2006). Nämä yhdisteet, yksinään ja yhdessä muiden yhdisteiden kanssa aiheuttavat karjunhajua, jonka kuvataan muistuttavan virtsaa, lantaa, koipalloja ja hikeä. Kastroidut siat (leikot) ovat rauhallisempia ja hiljaisempia ja niiden käsittely on helpompaa kuin kastroimattomien sikojen (karjujen), koska kastraatio vähentää sikojen aggressiivista ja seksuaalista käyttäytymistä (Bonneau & Weiler 2019). Tämä karjuille ominainen lisääntynyt aggressiivinen ja seksuaalinen käyttäytyminen ilmenee sukukypsyyden kehittyessä (noin 20 viikon iässä) ja se tulisi ottaa huomioon kasvatusolosuhteissa, sillä muuten karjujen hyvinvointi voi vaarantua lihasikavaiheessa.

Kirurgisen kastraation aiheuttama hyvinvointiongelma huolestuttaa sianlihan kuluttajia (Vanhonacker & Verbeke 2011). Suomessa karjuporsaiden kirurginen kastraatio kielletään 12 vuoden siirtymäajalla, vuoden 2035 alusta lähtien (EHL 693/2023). Lain tultua voimaan (1.1.2024) kastraation yhteydessä on käytettävä tulehduskipulääkitystä ja vuoden 2027 alusta alkaen lisäksi paikallisuudutusta. Kirurginen kastraatio kivunlievityksineen on työläs, epämiellyttävä ja kustannuksia lisäävä toimenpide porsassikalassa, ja tuottajat luopuisivat mielellään tästä työvaiheesta (Bonneau & Weiler 2019).

Kirurgisesta kastraatiosta luopumiseen on kaksi päävaihtoehtoa. Ensimmäinen vaihtoehto on kasvattaa kastroimattomia urossikoja eli karjuja. Toinen vaihtoehto on sikojen kastrointi käyttämällä GnRH-rokotetta (immunokastraatio). Rokote tuottaa vasta-aineita, jotka neutralisoivat aivoista vapautuvan GnRH:n (Gonadotropin-releasing hormone, gonadotropiineja vapauttava hormoni) toiminnan. Tällöin kivekset eivät kehity normaalisti ja karjunhajua tuottavaa androstenonia ei muodostu. Rokottaminen karjunhajua vastaan edellyttää, että tuottajat saavat asianmukaisen koulutuksen rokotteen käyttöön ja sen käyttöön liittyy omat kustannuksensa ja haasteensa. Rokottamisen yleistymistä on jarruttanut kuluttajien epäluulo menetelmää kohtaan ja tuottajien innostusta laannuttaa epäilyt tuotteen turvallisuudesta, lisätyö ja kustannukset, jotka aiheutuvat kahdesta rokotteen antamisesta lihasikavaiheessa (Mancini ym. 2017, Vanhonacker & Verbeke 2011).

Karjujen kasvatusta on tutkittu Euroopassa. Kuluttajat ovat nostaneet esille sikojen kasvatuksen eettisyys- ja hyvinvointiongelmia (Boarsontheway.com). EU:n alueella sika-alan toimijat sitoutuivat vapaaehtoisesti luopumaan karjuporsaiden kirurgisesta kastraatiosta vuoden 2018 alkuun mennessä (EC 2010), mutta tätä takarajaa on jouduttu siirtämään toimivien vaihtoehtojen puuttuessa (De Briyne ym. 2016). Kirurgisen kastraation käyttö on kuitenkin vähentynyt Euroopassa. EU:n alueella 31,5 % teurastetuista sioista oli kirurgisesti kastroituja vuonna 2020 (van Ferneij 2022). Pohjoismaissa ja Baltian maissa kirurginen kastraatio on tosin vielä hyvin yleistä (90–100 %) (Backus ym. 2018).

Monissa maissa, kuten Isossa-Britanniassa, Irlannissa, Espanjassa, Portugalissa ja Kreikassa karjuja on kasvatettu jo usean vuosikymmenen ajan (Bonneau & Weiler 2019). Esimerkiksi Espanjassa karjujen osuus kaikista kasvatetuista urospuolisista sioista on 78–80 % (Borrisser-

Pairó ym. 2016b, Heinonen 2021). Näissä maissa karjut teurastetaan edelleen alhaisemmissa teuraspainoissa, vaikka teuraspaino onkin noussut viime aikoina. Silloin kun siat kasvatetaan korkeampaan teuraspainoon, tai tuotteisiin tarvitaan enemmän tyydyttymätöntä rasvaa, urosorsaat kastroidaan tai rokotetaan GnRH-rokotteella karjunhajua vastaan.

Alankomaassa ja Belgiassa on osittain siirrytty karjujen kasvatukseen markkinapaineen ja eläinsuojelujärjestöjen painostuksen vuoksi. Alankomaassa noin 70 % ja Belgiassa 15 % urosorsaista kasvatetaan karjuina (Bonneau & Weiler 2019). Koko EU:n alueella karjujen osuus teurastetuista sioista oli noin 17 % vuonna 2020 (van Ferneij 2022). GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen kasvatusta on vielä melko vähäistä Euroopassa. EU:n alueella GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen osuus oli noin 1 % teurassioista vuonna 2020 (van Ferneij 2022). Euroopan ulkopuolella GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen kasvatusta on yleistä esim. Brasiliassa (noin 50 %), Australiassa (noin 40 %) ja Uudessa-Seelannissa (noin 15 %) (de Roest 2015).

Karjunhajuisten karjujen ruhojen määrää on saatu viime vuosikymmenten aikana vähennettyä Euroopassa mm. jalostuksen avulla (Topigs Norsvin 2018). Karjunhajuisten ruhojen riskiä on saatu vähenemään myös mukauttamalla karjujen ruokintaa ja kasvatusolosuhteita (IRTA 2015). Euroopassa tehdyistä tutkimuksista ei kuitenkaan voida tehdä suoria johtopäätöksiä Suomen tilanteeseen, sillä Suomessa sikojen häntiä ei typistetä ja sikarodut, rehut, sikalaolosuhteet, tautipaine, ympäristöolosuhteet ja vuodenaikojen vaikutus ovat erilaisia kuin Euroopassa.

## 2. Aineisto ja menetelmät

Tässä kirjallisuuskatsauksessa tarkastellaan karjujen ja karjunhajua vastaan rokotettujen karjujen (GnRH-rokotteella kastroitujen, immunokarjujen) kasvatuksen parhaita käytäntöjä. Karjunhajuisten ruhojen riskiä voidaan vähentää eläinten hoitokäytäntöjen ja ympäristöolosuhteisiin tehtävien muutosten avulla. Eläinten hoitajia voidaan kouluttaa karjujen kasvatuksen ominaispiirteiden tuntemiseen, rokotteiden antamiseen sekä GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen hoitoon ja seurantaan, sekä lisätä heidän tietoansa eläinten hyvinvoinnista. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen mukana teurastamoille toimitettavilla asiakirjoilla osoitetaan, että rokotusprosessi ja sikojen seuranta on tehty ohjeistusten mukaan, jolloin karjunhajuisten ruhojen riski on pieni.

Katsauksessa tarkastellaan parhaita sikojen kuljetuskäytäntöjä sekä teurastamoilla käytössä olevia parhaita käytäntöjä karjunhajun havaitsemiseen, karjunhajuisten ruhojen luokitukseen ja hallintaan. Katsauksessa käsitellään myös karjujen ja GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen lihan ominaispiirteitä sekä erilaisia keinoja, joilla karjunhajuista lihaa voidaan käsitellä niin, että kuluttaja ei enää haista karjunhajua tuotteessa.

Katsauksessa on käytetty hyväksi karjujen ja immunokastrattien kasvatuksen oppaita esim. [DG SANTE 2019](#), johon on koottu tietoa sikojen kasvattajilta, teurastamoilta, elintarviketeollisuudelta, sikojen jalostajilta, rehuntuottajilta ja rokotteiden toimittajilta. [Van der Peet-Schwering ym. \(2013\)](#) tutkimuksessa tarkastellaan karjujen kasvatuksen onnistumis- ja riskitekijöitä karjujen seksuaalisen ja aggressiivisen käyttäytymisen ehkäisemiseksi sekä karjunhajun esiintyvyyden vähentämiseksi. Tästä hollantilaisesta karjujen hyppimiskäyttäytymistä koskevasta tutkimuksesta on myös englanninkielinen tiivistelmä ([van der Peet-Schwering ja Vermeer 2014](#)).

Karjujen ja GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen kasvatusta käsitellään myös laajasti EU:n verkkosivuilla: [Alternatives to pig castration](#), joissa on myös hyvin käytännönläheisiä opaslehtisiä karjujen kasvatuksen ominaispiirteistä ja karjunhajuisen lihan havaitsemismenetelmistä ja käsittelytavoista (myös suomeksi). Karjujen ja GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen kasvatuksesta on saatavilla paljon lisätietoa myös Ipeman nettisivuilla: [Home | Ipema \(ca-ipema.eu\)](#). Lihaskoivina kasvatettavien [karjujen ruokintaa](#) koskevaa ohjeistusta löytyy mm. ranskalaisilta sikasivuilta ([www.reussir.fr](#)). Siirtyminen karjujen tai GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen kasvattamiseen vaatii tuottajilta, kuljetusyrityksiltä ja teurastamoilta huolellista ennakkosuunnittelua.

Kirjallisuustutkimusta on täydennetty hakemalla viimeaikaisia tutkimuksia käyttämällä haku-koneita (Google, Web of science). Hauissa käytettiin avainsanoina karjun kasvatusta ja ruokintaa, GnRH-rokotteella kastroidun karjun kasvatusta ja ruokintaa, karjunhajua, kasvatusolosuhteita ja hyvinvointia koskevia tutkimuksia kuvaavia avainsanoja.

### 3. Karjuporsaiden kirurginen kastraatio

Kirurginen kastraatio tehdään yleensä alle viikon ikäisille urosporsaille. Jos kastraatio tehdään myöhemmin, sen voi tehdä ainoastaan eläinlääkäri (Komission direktiivi 2001/93/EY). Kastration aikana porsasta pidellään paikallaan jalkojen välissä tai kastointia varten suunnitellussa telineessä (Fredriksen ym. 2009). Kivespussiin (tai molempiin kivespussihin) tehdään viilto, kivekset vedetään ulos ja siemennuora leikataan, jolloin kives irtoaa kokonaan (EU 2008, Vanhonacker & Verbeke 2011).

Laki eläinten hyvinvoinnista (693/2023) edellyttää, että karjuporsaiden kirurgisesta kastraatiosta luovutaan siirtymäajalla, joka päättyy 31.12.2034. Laki velvoittaa käyttämään kipulääkettä kastraation yhteydessä vuoden 2024 alusta lähtien ja vuodesta 2027 lähtien tulee käyttää myös puudutetta kipulääkityksen lisäksi (EHL 693/2023). Kivunlievitystä on käytetty Suomessa useimmilla porsastuotantotiloilla jo monien vuosien ajan, koska lihatalot ovat edellyttäneet sitä. Kivunlievitys kirurgisen kastraation yhteydessä on kirjattu myös osaksi Sikavan kansallisen tason ehtoja (Sikava 2019). Paikallispuudutusta tai nukutusta käytetään jo esim. Norjassa, Ruotsissa, Tanskassa, Alankomaissa, Sveitsissä ja Saksassa (Aluwé ym. 2020, Backus 2018, Brinke ym. 2022, Fredriksen ym. 2009).

Käyttätymiskokeissa ja seurannoissa on havaittu, että kipulääkitys ja puudutus tai nukutus eivät kuitenkaan täysin poista kastraatioon liittyvää kipua (Prunier ym. 2020). Akuutin ja kroonisen kivun lisäksi kirurginen kastraatio ja käsittely kastraation yhteydessä aiheuttavat porsaille stressiä (Schmid & Steinhoff-Wagner 2022). Lisäksi koko pahnue reagoi negatiivisesti kastraation aikaiseen käsittelyyn (Yun ym. 2019). Huolimattomasti tai epähygieenisesti suoritettuna kastraatio lisää haavainfektioita ja porsaskuolleisuutta (Hay ym. 2003, Morales ym. 2017, Prunier ym. 2006, Vanhonacker & Verbeke 2011). De Kruijf ja Welling (1988) mukaan kirurginen kastraatio lisää monien kroonisten tulehdusten (sydänpussintulehdus, keuhkopussintulehdus, keuhkotulehdus, hännän ja jalkojen tulehdukset) esiintyvyyttä leikoilla verrattuna imisiin. Syyksi epäillään haavoista leviäviä infektioita sekä hormonaalisia muutoksia, jotka joutuvat kirurgisesta kastraatiosta. Kivun lisäksi kirurginen kastraatio vaikuttaa sikojen kasvuun, terveyteen, käytökseen ja fysiologiaan. Nämä muutokset voivat olla seurausta itse toimenpiteestä, mutta myös sukupuolihormonien puuttumisesta (EFSA 2004).

Kirurginen kastraatio aiheuttaa muutoksia porsaan yleiskäyttäytymisessä (Prunier ym. 2020). Esimerkiksi imetykseen liittyvä emakon nisien hierominen ja porsaiden aktiivisuus vähenee. Nämä käyttäytymismuutokset voivat näkyä jopa 24 tunnin ajan kastraation jälkeen. Muita havaittavia oireita pienillä porsilla kastraation jälkeen ovat esimerkiksi hännän heiluttaminen ja takapään raapiminen (EFSA 2004, Schmid & Steinhoff-Wagner 2022). Nämä käyttäytymismallit viittaavat haavan hitaaseen paranemiseen (Giersing ym. 2006). Joillakin porsilla muutokset käyttäytymisessä ovat havaittavissa vasta kolmen päivän jälkeen kastraatiosta. Porsaat eristäytyvät muista, niiden sosiaalinen vuorovaikutus vähenee ja ne viettävät aikaa istuma-asennossa, mikä viittaa siihen, että porsaalla on kipuja (von Borell ym. 2009).

## 4. Karjujen kasvatust

Karjujen kasvatust on kasvattanut suosiotaan vaihtoehtona kirurgiselle kastraatiolle, koska se on kustannustehokasta, ympäristöystävällisempää ja eettisempää verrattuna leikkojen kasvatukseen. Karjujen kivesten Leydig-soluissa tuotetaan androgeenien lisäksi estrogeenejä (Claus ym. 1994). Tämän vuoksi, karjuilla proteiinianabolinen (edistää proteiinien synteesiä ja kertymistä) synteesi on parempi kuin leikoilla ja estrogeenien tuotannon vuoksi myös *ad libitum*, eli rehun (vapaa) syönti on alhaisempi. Estrogeenit myös lisäävät proteiinisynteesiä.

Karjujen kasvunopeus ja rehuhyötysuhde on parempi kuin leikoilla ja imisillä edellyttäen, että ne pidetään terveinä ja kasvatetaan ympäristössä, jossa on kaikki tarvittavat resurssit (Lundström ym. 2009, Xue ym. 1995, 1996b). Andersson ym. (1997) tutkimuksessa karjuilla oli leikkoihin verrattuna parempi päiväkasvu (+23 g/pv) ja rehunkäyttötehokkuus (-0,15 kg rehua/kg painonlisäys). Leikkojen päivittäinen rehunkulutus on suurempi kuin karjuilla, vaikka kasvuvauhti ei yllä karjujen tasolle. Tämä tarkoittaa sitä, että leikkojen rehuhyötysuhde on huonompi, eli leikot tarvitsevat saman lihamäärän tuottamiseen noin 10–15 % enemmän rehua verrattuna karjuihin ja leikot myös erittävät tyypeä noin 15 % enemmän kuin karjut (EFSA, 2004, Lundström ym. 2009, CopaCogega 2022). Lawlor ym. (2005) mukaan tyyden erittyminen ruhoon kohden oli 11,7 % pienempi karjuilla kuin leikoilla, koska karjuilla oli parempi tyyden pidättyminen.

Karjut tuottavat lihakaampia ruhoja ja ohuemman rasvakerroksen kuin leikot, joten karjujen kasvattaminen on tuottoisempaa sikojen kasvattajille kuin leikkojen kasvattaminen, koska rehua kuluu vähemmän epätoivotun silavan paksuuden kasvattamiseen (Lundström ym. 2009). Opinnäytetyössä "Karjun lihasikasvatust – kirjallisuuskatsaus ja käytännön koe" Hakala (2013) tarkasteli karjujen kasvatusta lihasikoina, tavanomaisissa tuotanto-olosuhteissa. Tässä kokeessa karjujen lihasprosentti oli 1,0–1,7 % parempi kuin leikoilla (59,7–60,4 vs. 58,0–59,4 %). Keskimääräisessä lihasprosentissa yhden prosentin parannus lisää katetta 10–15 % sikapaikkaa kohden (Siljander-Rasi ym. 2006). Hakalan (2013) mukaan karjujen kasvatust onnistuu tavallisissa tuotanto-olosuhteissa, jos olosuhteet ovat kunnossa. Karjut ovat leikkoihin ja imisiin verrattuna aktiivisempia, mutta aggressiivisuus pysyy kohtalaisena. Teurastamolta saadut tulokset osoittivat kasvatust onnistuneen normaalisti. Opinnäytetyö osoitti, että karjuja voidaan kasvattaa lihasikavaiheessakin ilman suurempia ongelmia.

Heinosen (2021) selvityksessä espanjalaiset nostavat esiin useita karjun kasvatukseen liittyviä etuja. Kirurginen kastratio on epämiellyttävä työ ja työntekijät ovat tyytymättömiä, kun tämä työvaihe jää pois. Karjujen rehuhyötysuhde on parempi. Karjut laitetaan teuraaksi alhaisemmissa elopainoissa, jolloin kasvuaika on lyhyempi ja lihasikalan kiertonopeus on parempi (Heinonen 2021).

### 4.1. Parhaat hoitokäytännöt karjujen kasvatukseen

Tuottajien, jotka suunnittelevat karjujen kasvatusta, on hyvä olla tietoisia karjujen kasvatust ominaispiirteistä ja keinoista, joilla voidaan hallita karjujen käyttäytymistä. Karjuille on ominaista lisääntyvä fyysinen ja seksuaalinen aggressiivisuus karjujen tullessa puberteetti-ikään, josta aiheutuu levottomuutta karsinoissa (Von Borell ym. 2020). Stressiä aiheuttavat tai negatiivisia ärsykeitä tuottavat tekijät lisäävät riskiä seksuaaliseen ja aggressiiviseen käyttäytymiseen, jolloin karjunhajuisten ruhojen riski on suurempi (van der Peet-Schwering ym. 2013).

Tasaiset ympäristöolosuhteet (esim. ruokinta-, lämpötila-, ilmanvaihto ja muu kasvatussympäristö), vähentävät karjujen kokemaa stressiä (Backus ym. 2016, Von Borell ym. 2020). Sikalan osaston lämpötilan tulee pysyä mahdollisimman tasaisena ja ilmanvaihdon tulee toimia riittävän tehokkaasti. Kasvatusosaston alhaisemman lämpötilan on aiemmassa tutkimuksessa todettu korreloivan lihan alhaisemman skatolipitoisuuden kanssa (Hansen ym. 1994). Sikalan osaston tulee olla kunnolla eristetty, eikä siellä saa olla vetoa. Osastolla tulee olla riittävä valaistus ja tasainen vuorokausirytm. Liian kirkkaita valoja tulee välttää (DG SANTE 2019).

#### **4.1.1. Matalan stressitason kasvatusympäristö**

Karjujen kasvatus lihasikoina eroaa leikkojen ja imisien kasvatuksesta. Säännölliset rutiinit vähentävät karjujen kokemaa stressiä (Backus ym. 2016, Von Borell ym. 2020). Karjujen käsittely tulee olla rauhallista ja johdonmukaista (Backus ym. 2016). Jos karjut viihtyvät osastolla ja tuntevat vähemmän pelkoa ihmisiä kohtaan, se vähentää riskiä karjujen seksuaaliseen ja aggressiiviseen käyttäytymiseen sekä korvien, hännän ja peniksen puremavaurioihin (van der Peet-Schwering ym. 2013).

Karjujen terveyden on todettu olevan parempi kuin leikoilla, joten mahdollisesti lääkkeitä ja antibiootteja tarvitaan karjujen kasvatuksessa vähemmän, jolloin antibiooteille resistenttien bakteerikantojen riski pienenee. Ennaltaehkäisevät terveydenhuollon toimenpiteet, kuten rokotukset, vähentävät seksuaalisen ja aggressiivisen käyttäytymisen riskiä. Jos sika ontuu tai on muuten sairas, on tärkeää poistaa sairas sika mahdollisimman pian karsinasta, koska muut karjut alkavat pian kiusata sairasta sikaa (van der Peet-Schwering ym. 2013).

Van der Peet-Schwering ym. (2013) hollantilaisessa tutkimuksessa todettiin, että silloin, kun karjujen tarpeet otetaan huomioon kasvatuksessa ja sikalan olosuhteissa, karjujen seksuaalista ja aggressiivista käyttäytymistä ja ihovaurioita esiintyi vähemmän. Tällöin siat pelkäävät vähemmän ihmisiä, niillä on vapaa ruokinta (ad libitum), vähemmän sikoja ruokintapaikkaa kohti, runsaasti aminohappoja sisältävä ruokavalio, puhtaat karsinat ja siat, ruokinta- ja juomajärjestelmän hyvä hygienia ja toiminta (van der Peet-Schwering ym. 2013).

Myös Heyrman ym. (2017, 2021) tutkimuksessa havaittiin aggressiivisen käyttäytymisen ja ihovaurioiden määrän olevan yhteydessä karjunhajuisten ruhojen määrään. Hoitokäytännöt, jotka vähensivät sikojen välisiä aggressiota ja stressiä, vähensivät myös karjunhajuisten ruhojen määrää (Heyrman ym. 2021).

#### **4.1.2. Karsinat**

Käytännöt, joilla parannetaan karjujen kasvatusolosuhteita, auttavat vähentämään karjujen aggressiivista käyttäytymistä. Sioilla tulisi olla karsinassa erilliset alueet ruokailuun, lepäilyyn ja ulostamiseen. Virikkeiden avulla vähennetään karjujen kokemaa stressiä. Virikkeinä voidaan käyttää puuta ja oksia, olkia telineissä tai kuivikkeina, sinimailasta ja hamppuköysiä. Virikkeet, jotka ovat tuhattavia, syötäviä ja edistävät tonkimista, toimivat parhaiten. Jos virikkeenä käytetään olkea, se toimii myös nälän tunteen hillitsijänä (Von Borell ym. 2020). Virikemateriaalia tulisi olla riittävästi, jotta sikojen ei tarvitse kilpailla siitä keskenään. Tämä auttaa pitämään karjut rauhallisina ja puuhakkaina.

Karsinat tulee puhdistaa säännöllisesti. Jos olkia käytetään kuivikkeina, ne olisi pidettävä mahdollisimman puhtaina ja niitä tulisi lisätä päivittäin säännöllisesti. Sikojen ja karsinoiden puhautauden on todettu vähentävän karjujen ruhojen skatolitasoja (Aluwé ym. 2011a, Hansen ym.

1994). Likaiset karsinat ja siat voivat olla oire huonosti suunnitellusta tai huonosti toimivasta ilmanvaihdosta ja/tai lannanpoistosta (van der Peet-Schwering ym. 2013).

Riittävällä kaukalotilalla ehkäistään kilpailua ja aggressioita sikojen välillä (Backus ym. 2016). Osittain avoimien karsinarakenteiden läpi siat voivat olla kosketuksissa viereisten karsinoiden sikoihin ja ne näkevät paremmin, mitä ympärillä tapahtuu, jonka on todettu vähentävän seksuaalisen ja aggressiivisen käyttäytymisen riskiä (Backus ym. 2016, van der Peet-Schwering ym. 2013).

Sikojen kokemaa stressiä voidaan vähentää riittävällä karsinatilalla. Riittävän karsinatilan on aiemmassa tutkimuksessa todettu korreloivan lihan alhaisemman skatolipitoisuuden kanssa (Hansen ym. 1994). Lakisääteiset vaatimukset karsinatilalle vaihtelevat sian painon mukaan. EU lainsäädännön mukaan 30–50 kg painavalle sialle tulee olla karsinatilaa vähintään 0,40 m<sup>2</sup> sikaa kohti, 85–110 kg painavalle vähintään 0,65 m<sup>2</sup> ja yli 110 kg painaville sioille vähintään 1 m<sup>2</sup> sikaa kohti (EU 120/2008). EFSA:n uusien suositusten mukaan isot lihasiat (110 kg) tarvitsevat kiinteälattiaista karsinatilaa vähintään 0,77 m<sup>2</sup> sikaa kohden (EFSA 2022). Valtioneuvoston asetus sikojen suojelusta asettaa minimimitilavaatimukseksi ryhmäkarsinassa 0,9 m<sup>2</sup>/95–107 kg painoiselle sialle 1.1.2025 alkaen (Vna 154/2017). Uudessa tuettavaa rakentamista koskevissa vaatimuksissa karsinatilaa porsaalle (10–25 kg) tulee olla 0,25–0,36 m<sup>2</sup> ja lihasialle (25–130 kg) 0,36–1,2 m<sup>2</sup> riippuen lihasian koosta (sekakarsinassa) (MMM asetus 609/2023).

Alankomaissa, joissa kasvatetaan Topigs Norsvin sikoja, käytetty karsinapinta-ala karjujen kasvatuksessa on sama kuin sekakarsinoissa, mutta siellä sikojen hännät on typistetty (Vermeer 2023). Espanjalaisten karjujen tuottajien mukaan karjut tarvitsevat enemmän karsinatilaa, koska karjujen käyttäytymiseen kuuluu hyppiminen ja arvojärjestyksen selvitys, jolloin on tärkeää, että alakynnessä olevalla sialla on tarpeeksi tilaa väistää (Heinonen 2021). Monissa tutkimuksissa on todettu korkean eläintiheyden olevan yhteydessä kohonneeseen hännänpurentariskiin (Dybkjær 1992, Grümpel ym. 2018, Scollo ym. 2016). EFSA:n (2022) raportissa todetaan, että hännänpurennan riskiä voidaan vähentää noin puoleen, jos lihasikaa (110 kg) kohden tilaa on 0,84 m<sup>2</sup> verrattuna EU:n minimimitilavaatimukseen.

Ryhmä koko tulisi pitää riittävän pienenä, sillä se vähentää stressiä, kilpailua ja parantaa hyvinvointia. Van der Peet-Schwering ym. (2013) hankkeessa kerättyjen tietojen mukaan karjunhaju esiintyy vähemmän tiloilla, joissa sikojen ryhmä koko on pienempi (alle 30 sikaa karsinaa kohti). Alankomaissa karjuja kasvatetaan yleensä 10–25 sian karsinoissa (Vermeer 2023).

### 4.1.3. Lattiat

Van der Peet-Schwering ym. (2013) mukaan puhtaat karsinat ja siat sekä ritilälattioiden leveämmät raot vähentävät karjunhajuisten ruhojen määrää. Tämä perustuu ehkä siihen, että täys- tai osaritulälattioita käytettäessä karsinat pysyvät paremmin puhtaina ja kuivina, koska ritilälattioiden kautta virtsan ja ulosteen poistaminen karsinoista on helpompaa. Tällöin sikalan perushygienia on parempi, jolla ehkäistään skatolipitoisuuden nousua. Täysritilälattiat ovat kuitenkin liukkaista ja ne voivat lisätä loukkaantumisia ja sikojen ontumista. Tonkimismateriaalin käyttö täysritilälattialla voi olla vaikeaa, koska esim. olki menee helposti ritilän läpi, jolloin hännänpurennan riski kasvaa. Jotkin EU:n jäsenvaltiot (kuten Alankomaat, Tanska, Suomi ja Ruotsi) ovat kieltäneet täysritilälattioiden käytön tai rajoittaneet sitä. (DG SANTE 2019)

#### 4.1.4. Sikojen kasvatusta sukupuolittain erillään

Tuottajille lisäkustannuksia voi aiheuttaa karjujen ja imisien (eli naaraspuolisten kasvavien sikojen) kasvatusta erillään, ellei samaan aikaan hyödynnetä sen antamia mahdollisuuksia. Sikojen kasvatusta lihasikavaiheessa sukupuolittain eri karsinoissa mahdollistaa ruokinnan tarkentamisen, jolloin ylimääräiset typpi- ja fosforipäästöt ympäristöön vähenevät (Hakala 2013, de Roest ym. 2009). Tällöin imisät voidaan ruokkia rehulla, jonka energiapitoisuus on noin 4 % ja välttämättömien aminohappojen määrä noin 7 % alhaisempi kuin karjujen rehussa. Tämä tarkoittaa, että imisien rehukustannukset laskevat noin 2,4 senttiä teuraspainokiloa kohden tai 2,02 euroa/imisä (Lawlor ym. 2020). Tällöin myös karjujen ruokkiminen ennen teuraaksi menoa rehulla, jossa on karjunhajua vähentäviä lisäaineita, on mahdollista ja ehkä myös kannattavaa. Käytännössä samaan osastoon on vaikea jakaa kahta eri rehuseosta. Jotkut ruokkijat kyllä pystyvät jakamaan kahta eri seosta samalle osastolle, mutta tämä tarkoittaa sitä, että jotkut siat joutuvat odottamaan pitkiäkin aikoja (30–60 minuuttia) omaa rehuseostaan. Jos ruokkija tekee rehua vain puolelle osaston sioista, niin rehumäärä voi jäädä niin pieneksi, että sen tekeminen ei käytännössä onnistu.

Kasvattajilla on vaihtelevia kokemuksia sikojen kasvatuksesta sukupuolet erillään. Joidenkin kasvattajien mukaan se lisää stressiä ja johtaa suurempaan aggressiivisuuteen karjujen keskuudessa. Sikojen kasvatukseen sukupuolet erillään siirrytään vieroituksen jälkeen, lihasikavaiheen alussa tai kun siat saavuttavat tietyn painon. Karjut ja imisät voidaan erottaa kasvattamalla niitä eri karsinoissa tai ne voidaan kasvattaa kokonaan eri huoneissa tai osastoissa, jolloin karjut ja imisät eivät kuule tai haista toisiaan (Heinonen 2021, Vanheukelom ym. 2012). Tämä on käytännössä kuitenkin hankalaa toteuttaa, koska nykyinen käytäntö on, että lihasikalassa täytetään aina yksi osasto kerrallaan. Imisien näkeminen tai haju voi lisätä karjunhajuun liittyvien hormonien tasoa, jolloin riski karjunhajuille ruhoille kasvaa. Tosin Fàbrega ym. (2011) tutkimuksessa karsinakontaktin laadulla (imisä- tai karjukarsina vieressä) ei ollut vaikutusta karjujen ruhon tai lihan laatuun. Kasvatusta sukupuolet erillään voi myös auttaa vähentämään aggressiota, vaikka todisteet tästä eivät ole selviä (DG SANTE 2019). Jos karjuja kasvatetaan korkeampiin teuraspainoihin tai iäkkäämmiksi, erottaminen sukupuolen mukaan on välttämätöntä imisien tiineyden riskin välttämiseksi (Bee ym. 2020).

Andersson ym. (1997) tutkimuksessa sekakarsinoissa imisien kanssa kasvatetuilla yli 60 kg:n painoisilla karjuilla oli huonompi päiväkasvu kuin karjukarsinoissa kasvatetuilla karjuilla, mutta karjujen kasvatusta sekakarsinoissa imisien kanssa vähensi karjujen selkärangan skatolipitoisuutta (Andersson ym. 1997). Karjujen ja imisien kasvatusta erillään mahdollistaa sen, että karjuja voidaan kasvattaa korkeampaan teuraspainoon. Jos karjut ja imisät kasvatetaan samaan teuraspainoon, karjukarsinat tyhjenevät aiemmin (Lawlor ym. 2020).

Björklund ja Boyle (2006) mukaan karjut tappelevat ja hyppivät enemmän, kun niitä kasvatetaan karjukarsinoissa verrattuna siihen, että niitä kasvatettaisiin yhdessä imisien kanssa. Karjukarsinoissa tappelujen ja aggressioiden määrä lisääntyy, jos karjuja lähetetään teuraaksi monessa erässä, koska karjujen välinen arvojärjestys selvitetään uudelleen. Sen sijaan imisien kasvattaminen omissa karsinoissaan lisää sikojen hyvinvointia verrattuna kasvatukseen sekakarsinoissa karjujen kanssa. Sekakarsinoissa kasvatettaessa monessa erässä teuraaksi lähettäminen voi kuitenkin parantaa sikojen hyvinvointia, koska yleensä karjut kasvavat nopeammin ja ne lähetetään ensin teuraaksi, joten jäljelle jää imisiä, jolloin sikojen väliset tappelut ja seksuaalinen käyttäytyminen vähenevät karsinassa (Björklund & Boyle 2006).

Sukupuolilajittelu parantaa kasvatettavan sikaerän laatua, mikä näkyy erityisesti tasalaatuisempina ruhoina. Niemi ym. (2010) tutkimusaineiston perusteella sukupuolilajittelulla saadaan 1–2 €/lihasikapaikka/vuosi oleva kustannushyöty. Sukupuolten kasvatusta erillään helpottaa sikojen kuljetusta, silloin kun teurastamot haluavat teuraaksi sukupuolen mukaan eroteltuja ryhmiä. DG SANTE (2019) raportin mukaan teurastamot voivat tehdä tuottajien kanssa logistisia sopimuksia sukupuolten pitämiseksi erillään, sekä karjunhajun havaitsemisen tehostamiseksi että eri ruholuokkien pitämiseksi erillään. Joissakin teurastamoissa voi olla päivän aikana karjuista vapaita jaksoja, jolloin karjuja ei käsitellä, jotta varmistetaan, että tiettyjen asiakkaiden toimitusketjuun ei pääse karjun lihaa (DG SANTE 2019).

Niemi ym. (2010) mukaan imisien ja leikkojen ruokinnan ja teurastuksen eriyttämisellä on mahdollista lisätä sikapaikan vuosituottoa. Koska ruokintakustannukset muodostavat 55–70 % sikatilan muuttuvista kustannuksista, sukupuolikohtainen sikojen lajittelu lihasikavaiheessa voi olla myös taloudellisesti kannattava vaihtoehto (Niemi ym. 2006). Tehokas rehun hyväksikäyttö on tärkeää kannattavuuden, mutta myös ympäristön kannalta. Kun rehun ravintoaineita pidättyy tehokkaasti eläintuotteisiin, tuotannosta aiheutuvat päästöt ympäristöön pienenevät. Eläinten tarpeen ja eläinaineksen mukainen ruokinta on kustannusten osalta ratkaisevaa, koska sekä yli- että aliruokinta aiheuttavat lisäkustannuksia (Lawlor ym. 2005).

#### **4.1.5. Kasvatusta vieroituksesta teurastukseen pahnueittain**

Sikojä voidaan kasvatusta myös siten, että niitä pidetään pahnueittain (eli sisarustensa kanssa) vieroituksesta teurastukseen saakka. Tällöin sekoittamista ei yleensä tapahdu vieroittamisen jälkeen tai se on vähäistä. Siat kasvatetaan lihasikavaiheessakin tässä samassa ryhmässä ja nämä ryhmät lähetetään myös yhdessä teurastamoon. Tämän on todettu vähentävän sikojen välisiä aggressioita ja ihovaurioita (Fredriksen ym. 2008). Vähentynyt stressi voi lisätä päiväkasvua ja kasvatusta pahnueittain ehkäisee tautien leviämistä ja edistää eläinten terveyttä. Sikojen kasvatusta pahnueittain vähentää sikojen kokemaa stressiä koko elämän ajan, joka siten osaltaan vähentää karjunhajua (Fredriksen ym. 2008). Kasvatusta pahnueittain voidaan myös yhdistää kasvatukseen sukupuolet erillään, mutta tämä vaatii kuitenkin pienempiä, noin 4–5 eläimen karsinoita (DG SANTE 2019).

#### **4.1.6. Karjujen ruokinta**

Kilpailun vähentäminen ruokintatilanteessa vähentää stressiä, parantaa hyvinvointia ja auttaa vähentämään karjunhajun riskiä (Backus ym. 2016). Karjujen tulisi saada rehua vapaasti tai runsaalla ruokintatasolla (Bee ym. 2020). Rajoitettu ruokinta voi aiheuttaa kilpailua rehusta ja vähentää kylläisyyden tunnetta. Karjuilla tulee käyttää vaiheruokintaa, jolloin ne voidaan ruokkia aminohappovaatimustensa ja kasvukykynsä mukaisesti. Karjujen rehussa tulee olla riittävästi aminohappoja. Rehu, jossa on riittävän korkea aminohappopitoisuus, vähentää seksuaalisen ja aggressiivisen käyttäytymisen riskiä (Backus ym. 2016, van der Peet-Schwering ym. 2013).

Ruokintajärjestelmät, joissa on useita ruokintapaikkoja tai riittävä kaukalotila sikaa kohden, auttavat vähentämään kilpailua. Uudessa tuettavaa rakentamista koskeissa vaatimuksissa riittävä kaukalotila porsaalle (10–25 kg) on 16 cm ja lihasiialle (25–130 kg) 25–35 cm riippuen lihasian koosta (sekakarsinassa) (MMM asetus 609/2023). Van der Peet-Schwering ym. (2013) raportin mukaan ad libitum -ruokinta (ruokahalun mukaan) riittävällä kaukalotilalla, sekä liemimäisiä sivutuotteita ja riittävästi aminohappoja sisältävä rehu vähentävät seksuaalista ja aggressiivista käyttäytymistä ja sikojen ihovaurioita (Backus ym. 2016). Kilpailun vähentäminen ruokinnan aikana voi myös yhtenäistää sikojen kasvunopeutta (van der Peet-Schwering ym. 2013).

Riittävä vedensaanti on karjujen kasvatuksessa tärkeää (kuva 1). Yleisiä ohjeita juomanippojen suositeltavasta vedenvirtauksesta on koottu mm. Ruokaviraston julkaisuun [Sian ruokinta ja juotto](#) (Ruokavirasto 2012). Ruokinta- ja juomanippojen likaisuus tai toimimattomuus voi vähentää ruoan ja veden saantia, mikä voi aiheuttaa levottomuutta karjuissa, jolloin riski seksuaaliseen ja aggressiiviseen käyttäytymiseen lisääntyy (Backus ym. 2016, van der Peet-Schweiring ym. 2013).



**Kuva 1.** Riittävä vedensaanti on tärkeää karjujen kasvatuksessa.

### **Rehun korkeampi valkuaistaso**

Rehun koostumusta muokkaamalla voidaan parantaa sikojen kasvunopeutta, jolloin ne saavuttavat teuraspainon aiemmin, joka vähentää karjunhajuisten ruhojen riskiä. Karjuja kannattaa ruokkia rehulla, jossa on korkeampi valkuaistaso. Heinosen (2021) selvityksen mukaan myös espanjalaiset karjujen tuottajat pitävät tärkeinä karjujen kasvatuksessa, että karjujen ruokinta suunnitellaan hyvin, koska niiden energia ja valkuaisainetarve on erilainen kuin imisillä ja leikoilla. Heyrman ym. (2021) tutkimuksessa rehun valkuaispitoisuuden lisääminen vähensi merkittävästi karjunhajun määrää. Tätä voidaan osittain selittää karjunhajun ja lihaprosentin välisellä negatiivisella yhteydellä (Heyrman ym. 2017, 2021). Korkeampi rehun valkuaispitoisuus nostaa lihaprosenttia, mikä puolestaan voi olla yhteydessä matalampiin karjunhajun tasoihin (Heyrman ym. 2021). Tutkimuksissa on myös todettu, että matala rehun valkuaistaso lisää hännänpurennan esiintymistä karjuilla. Van Der Meer ym. (2017) ovat todenneet matalan valkuaistason lisäävän hännänpurentaa vanhemmilla karjuilla (ikä 20–23 viikkoa). McAuley ym. (2022) mukaan matala valkuaistaso rehussa lisää myös nuorempien karjujen häntä-suusikäyttäytymistä.

### **Valkuaistason lasku ennen teurastusta**

Kustannustehokkaana käytäntönä pidetään valkuaispitoisuuden vähentämistä ja siirtymistä viljapohjaisen rehuun kolme tai neljä päivää ennen teurastusta. Tämän on todettu laskevan lihan skatolitasoja ja siten myös karjunhajun riskiä. Tällainen rehu voi sisältää esimerkiksi 48 %

vehnää, 48 % ohraa ja riittävästi välttämättömiä aminohappoja. Lihaskavaiheen lopussa karjujen päivässä syövä rehumäärä on suuri, joten tämä menetelmä alentaa rehukustannuksia. (DG SANTE 2019)

Jan Vugtsin mukaan (henkilökohtainen tiedonanto 19.2.2024) teuraaksi lähteville sioille on käytännössä mahdotonta antaa ennen teurastusta muutaman päivän ajan eri rehua kuin osaston muille sioille. Rehun vaihto on yleensä mahdollista vain silloin, kun se vaihdetaan koko osastolle ja tällöin viimeisenä teuraaksi lähtevät siat ovat syöneet hyvin vaihtelevaa rehua viimeisten kasvatusviikkojen aikana. Jatkuva rehun muuttaminen aiheuttaa levottomuutta ja vähentää niiden sikojen kasvua, jotka eivät mene vielä teuraaksi.

Kirsi Partasen mukaan (henkilökohtainen tiedonanto 16.3.2024) ruokintalaitteiston ominaisuudet vaikuttavat siihen, voidaanko erilainen ruokinta toteuttaa lihaskavaiheen lopussa. Tämä edellyttäisi ainakin sikojen sukupuolilajiteltua kasvatusta. Käytännössä vaiheruokinnan viimeinen vaihe, joka alkaisi kaikille yhtä aikaa voisi olla mahdollista, mutta silloinkin sikojen viimeisen ruokintajakson pituus vaihtelee, koska osastoja ei tyhjennetä samanaikaisesti, vaan pyritään saavuttamaan tietty loppupaino.

### **Karjujen aminohappotarve**

Sen lisäksi, että karjuja kannattaa ruokkia rehulla, jossa on enemmän valkuaista, karjujen rehun aminohappotasapainoa kannattaa säätää, jolloin karjut kasvavat nopeammin. Tämä tarkoittaa lähinnä karjujen ruokkimista rehulla, jossa on korkeampi lysiinitaso. Lysiini on välttämätön, tärkeä aminohappo sikojen ruokinnassa ja se lisää karjujen kasvua lihaskavaiheessa. Riittämättömän lysiinin aiheuttama kasvuhaitta on suurempi karjuilla kuin imisillä tai leikoilla, joten on tärkeää varmistaa, että lysiinitarve täyttyy, jolloin karjujen parempi kasvukyky voidaan hyödyntää täysimääräisesti (Dunshea ym. 2013).

Välttämättömien aminohappojen tarve energiayksikköä kohden on karjuilla suurempi kuin leikoilla tai imisillä erilaisen painonnousukoostumuksen vuoksi (Noblet ym. 1994). Karjujen ohutsuolisulavan lysiinin (SID) tarve on lihaskavaiheessa keskimäärin 0,1 g/MJ korkeampi kuin leikkojen (alkukasvatusvaiheessa 0,94 vs. 0,81 g/MJ NE ja loppukasvatusvaiheessa 0,81 vs. 0,71 g/MJ NE) (Quiniou ym. 2010, 2022). Aymerich ym. (2020) mukaan karjujen SID-lysiinin tarve 17 % on suurempi kuin imisillä (0,91 vs. 0,75 g SID/MJ NE) varsinkin lihasikojen loppukasvatusvaiheessa. TN Tempo sioilla on selkeät ruokintasuositukset eri sukupuolille (Feeding manual TN Tempo progeny 02-04-2020, Taulukko 1). Lihaskavaiheen alussa karjujen rehunkulutus on alhaisempi kuin imisillä ja tämän vuoksi niiden aminohappotarve on rehusa korkeampi kuin imisillä (Jan Vugts henkilökohtainen tiedonanto 19.2.2024).

Andersson ym. (1997) tutkimuksessa lihaskavaiheen alussa (<60 kg) enemmän lysiiniä (1,05 %) rehusaan saaneet karjut kasvoivat nopeammin kuin ne, jotka saivat vähemmän lysiiniä (0,85 ja 0,95 %). Moore ym. (2012) tutkimuksessa selvitettiin australialaisen genotyypin karju ja imisä sikojen vastetta rehun lysiinipitoisuuteen, kasvatettaessa sikoja painovälillä 20–100 kg. Tämän kokeen perusteella vaikuttaa siltä, että karjut pystyvät käyttämään rehun sulavia aminohappoja tehokkaammin kasvuunsa kuin imisät. Kokeessa molemmat sukupuolet saivat saman määrän lysiiniä (0,5 g SID lysiini/MJ), mutta karjut kasvoivat 13,2 % nopeammin ja olivat 10,4 % tehokkaampia rehun käytössä kuin imisät. Maribo ym. (2015b) mukaan karjujen kasvu ja rehuhyötysuhde paranevat, kun aminohappojen määrää (lysiini, metioniini, treoniini ja tryptofaani) nostetaan 17–25 % tanskalaisista standardisuosituksista.

**Taulukko 1.** TN Tempo-lihasikojen ruokintasuositukset eri painoluokissa leikoille, imisille ja karjuille (Feeding manual TN Tempo progeny 02-04-2020).

| Päivä | Leikot    |                           |                                | Imisät    |                           |                                | Karjut    |                           |                                |
|-------|-----------|---------------------------|--------------------------------|-----------|---------------------------|--------------------------------|-----------|---------------------------|--------------------------------|
|       | Paino, kg | NE, MJ/päivä <sup>1</sup> | Lys. SID, g/päivä <sup>1</sup> | Paino, kg | NE, MJ/päivä <sup>1</sup> | Lys. SID, g/päivä <sup>1</sup> | Paino, kg | NE, MJ/päivä <sup>1</sup> | Lys. SID, g/päivä <sup>1</sup> |
| 1     | 25,0      | 10,84                     | 12,74                          | 25,0      | 10,53                     | 12,75                          | 25,0      | 9,67                      | 12,49                          |
| 8     | 29,6      | 12,86                     | 14,35                          | 29,6      | 12,45                     | 14,35                          | 29,3      | 11,42                     | 14,09                          |
| 15    | 35,2      | 14,94                     | 15,86                          | 35,1      | 14,42                     | 15,86                          | 34,7      | 13,24                     | 15,65                          |
| 22    | 41,3      | 16,98                     | 17,24                          | 41,2      | 16,34                     | 17,24                          | 40,7      | 15,05                     | 17,13                          |
| 29    | 47,9      | 18,92                     | 18,46                          | 47,8      | 18,15                     | 18,46                          | 47,1      | 16,79                     | 18,50                          |
| 36    | 54,9      | 20,68                     | 19,49                          | 54,7      | 19,78                     | 19,49                          | 54,0      | 18,40                     | 19,73                          |
| 43    | 62,3      | 22,21                     | 20,33                          | 62,0      | 21,18                     | 20,33                          | 61,3      | 20,22                     | 20,81                          |
| 50    | 69,9      | 23,49                     | 20,96                          | 69,5      | 22,34                     | 20,96                          | 68,9      | 22,00                     | 21,72                          |
| 57    | 77,8      | 24,91                     | 21,35                          | 77,2      | 23,61                     | 21,39                          | 76,9      | 23,67                     | 22,46                          |
| 64    | 85,9      | 26,48                     | 21,54                          | 85,1      | 25,02                     | 21,63                          | 85,1      | 25,21                     | 23,01                          |
| 71    | 94,0      | 28,34                     | 21,55                          | 93,1      | 26,71                     | 21,68                          | 93,6      | 27,04                     | 23,39                          |
| 78    | 102,2     | 29,59                     | 21,40                          | 101,2     | 27,80                     | 21,57                          | 102,2     | 28,27                     | 23,61                          |
| 85    | 110,4     | 30,65                     | 21,09                          | 109,1     | 28,72                     | 21,31                          | 110,9     | 29,31                     | 23,66                          |
| 92    | 118,6     | 31,54                     | 20,66                          | 117,1     | 29,47                     | 20,92                          | 119,6     | 30,17                     | 23,57                          |
| 99    | 126,6     | 32,27                     | 20,13                          | 124,9     | 30,06                     | 20,42                          | 128,4     | 30,86                     | 23,34                          |
| 106   | 134,5     | 32,84                     | 19,51                          | 132,5     | 30,50                     | 19,83                          | 137,1     | 31,37                     | 23,00                          |
| 113   | 142,2     | 33,29                     | 18,82                          | 139,9     | 30,83                     | 19,17                          | 145,7     | 31,73                     | 22,56                          |
| 120   | 149,7     | 33,61                     | 18,09                          | 147,2     | 31,04                     | 18,46                          | 154,2     | 31,95                     | 22,04                          |

<sup>1</sup>Nettoenergian (NE) ja standardoidun ohutsuolisulavan (SID) lysiinin tarve päivää kohti, jolla saavutetaan optimaalinen kasvu. Perustuu TNRC Pig Growth Model® (2019) (Feeding manual TN Tempo progeny 02-04-2020).

Aminohappojen täydentäminen voi auttaa vähentämään sikojen teuraspainon vaihtelua. Tällöin hitaasti kasvavien sikojen määrä vähenee ja teuraspaino saavutetaan nuoremmalla iällä, jolloin karjunhajun riski pienenee. Runsaasti aminohappoja sisältävä rehu voi myös vähentää seksuaalista ja aggressiivista käyttäytymistä. Enemmän aminohappoja sisältävä rehu maksaa enemmän kuin vähemmän aminohappoja sisältävä rehu. (DG SANTE 2019)

Käytännön oloissa erilaisten rehujen määrää sikalassa voi rajoittaa rehusiilojen määrä tai se, ettei ruokintalaitteistolla pysty tekemään kovin monia erilaisia rehuseoksia. Herman Vermeerin (2023) mukaan myös imisät hyötyvät paremmasta, enemmän lysiiniä sisältävästä rehusta, joten karjut ja imisät voidaan hänen mukaansa ruokkia myös samalla rehulla.

## Rehun lisäaineet

Karjujen rehussa voidaan käyttää [lisäaineita](#), jotka vähentävät ruhojen skatoli- ja/tai androstenonipitoisuuksia (Zamaratskaia ym. 2018). Androstenonin määrää voidaan vähentää lisäämällä rehuun riittävästi aminohappoja, sikurin juurta, lupiinia tai Taintstop-valmistetta ([www.boarsontheway.com](http://www.boarsontheway.com)). Inuliini on ravintokuitu, jota uutetaan juurisikurin (*Cichorium intybus*) juuresta. Se vähentää karjunlihan skatolipitoisuutta (Aluwé ym. 2017, Byrne ym. 2008, Hansen ym. 2007, Zammerini ym. 2012). Inuliinipitoisella rehulla ruokitut siat kasvavat nopeammin ja sillä on todettu olevan myös myönteisiä vaikutuksia sikojen käyttäytymiseen, sillä se vähentää puremista ja hyppimistä. Tämä voi puolestaan vähentää loukkaantumisriskiä. Kuivattua juurisikuria lisätään rehuun (7–15 %) 2–3 viikon ajan ennen teurastusta. Tutkimuksissa on kuitenkin todettu, että jo 3–4 päivän inuliiniruokinta ennen teurastusta voi riittää toivottujen vaikutusten aikaansaamiseen (Maribo ym. 2015a). Myös maa-artisokka sisältää inuliinia. Lisäaineita sisältävät rehut ovat kalliita. 100 kg inuliinia maksaa noin 200 euroa (DG SANTE 2019). Halvempi vaihtoehto on käyttää rehun lisäaineena sokerijuurikasmassaa (beet pulp) (Pinto ym. 2022).

Alankomaalaisen kasvattajan mukaan inuliinirehulla ruokituilla sioilla esiintyi 52 % vähemmän karjunhajuisia ruhoja verrattuna sikoihin, joita ruokittiin tavanomaisella rehulla. Inuliinia sisältävä rehu alensi sianlihan skatolitasoja keskimäärin 80 %. Inuliinia oli rehussa 7 % ja rehua annettiin kolmen viikon ajan ennen teurastusta. (DG SANTE 2019)

Markkinoilla on ainakin kaksi rehua, jotka on erityisesti tarkoitettu vähentämään karjunhajua. Näitä rehuja annetaan karjulle viimeisinä viikkoina ennen teurastusta. Ne sisältävät sekä kuituja että rehun lisäaineita. Taintstop (valmistaja Dumoulinin, Belgia) valmisteessa on useita eri ainesosia, jotka on tarkoitettu karjunhajun torjuntaan. Ruokintakokeessa, jossa Taintstop-rehua verrattiin kontrolliin, havaittiin, että se auttoi vähentämään karjunhajuisten ruhojen määrää (Janssens ym. 2018). Myös alankomaalainen rehuuyhtiö Vitelia on kehittänyt rehun, jonka on todettu vähentävän karjunhajua. Karjunhajua vähentävien rehujen käyttöä pidetään kuitenkin kannattamattomana ja tämän vuoksi niitä ei juurikaan käytetä. (DG SANTE 2019)

Heyrman ym. (2018) tutkimuksessa tarkasteltiin kahden erilaisen ruokintastrategian (Taint-Stop) ja kuivattu juurisikuri, imisien läsnäolon vaikutusta samalla osastolla sekä odotusajan pituuden vaihtelua teurastamossa. Tulokset osoittivat, että Taintstop rehu vähensi karjunhajuisten ruhojen määrää, kun sitä syötettiin vähintään kaksi viikkoa. Kuivattu juurisikuri (5 %) rehun lisäaineena 2 viikkoa ennen teurastusta vaikutti myös merkittävästi karjunhajuisten ruhojen määrään. Sen sijaan karjujen kasvatus erillään imisistä tai odotusajan pidentäminen teurastamossa eivät vaikuttaneet merkittävästi karjunhajuisten ruhojen esiintymiseen (Heyrman ym. 2018).

Muita rehun lisäaineita, joilla on karjunhajun määrää vähentäviä vaikutuksia ovat raaka perunatärkkelys, tanniiniuute, zeoliitti, ravintokuidut, helposti fermentoituvat hiilihydraatit, oligofruktoosi, sokerijuurikas, lupiini, maa-artisokka, kookospalmukakku ja yucca-uute (Aluwé ym. 2017, Bahelka ym. 2023, Bee ym. 2020, Claus ym. 2003, Pinto ym. 2022, [Zenodo.org](https://zenodo.org)). Saksassa tehdyssä kokeessa todettiin, että myös ruista voidaan käyttää karjunhajua vähentävänä rehun raaka-aineena (ter Beek 2018). Koska ruista viljellään Suomessa, se voisi olla näistä vaihtoehtoista kustannustehokkain karjunhajun määrään vaikuttava lisä karjujen ruokintaan (Jan Vugts henkilökohtainen tiedonanto 19.2.2024).

Taulukko 2. Eri sukupuolien tuotantotuloksien ja rehukustannusten vertailua (CopaCogega 2022).

|                              | Leikot | Imisät | Karjut |
|------------------------------|--------|--------|--------|
| Lähtöpaino (kg)              | 25     | 25     | 25     |
| Loppupaino (kg)              | 121    | 117,8  | 119    |
| Rehu (kg)                    | 218,68 | 195,23 | 191,87 |
| Rehu (kg)/sika (kg)          | 2,27   | 2,10   | 2,04   |
| Rehun hinta (kg)             | 0,908  | 0,84   | 0,816  |
| Rehukustannukset/120 kg sika | 86,26  | 79,8   | 77,52  |

MTT:ssä (2002–2003) tehdyn karjujen kasvatuskokeen ”Laktitolin vaikutus karjunhajun muodostumiseen” tavoitteena oli selvittää laktitolin vaikutusta androstenonin ja skatolin esiintymiseen karjujen silavassa teurastushetkellä (Siljander-Rasi ym. 2002). Karjujen keskimääräinen teuraspaino oli 78 kg. Kokeessa todettiin karjujen kasvavan nopeasti ja tuottavan tehokkaasti, hyvällä rehuhyötysuhteella lihaa, jossa oli korkea lihaprosentti. Laktitolilla ei ollut vaikutusta karjunhajun esiintyvyyteen.

Karjujen rehuissa käytettyjen lisäaineiden kustannuksia kompensoi se, että karjujen rehun muuntosuhde on leikkoihin verrattuna parempi (Taulukko 2). Karju tarvitsee keskimäärin noin 0,23 kg vähemmän rehua sianlihakilon tuottamiseen kuin leikko (CopaCogega 2022).

Pinto ym. (2022) tutkimuksessa tarkasteltiin karjujen (95–135 kg) kasvua, hyvinvointia, terveyttä ja lihan laatua. Rodultaan karjut olivat Pietrain × (Large White × Landrace) -risteytyskarjuja. Kokeessa käytettiin kahta erilaista karsinaratkaisua (normaali ja parannettu) ja kolmea erilaista kuituvalmistetta rehun lisäaineena (kontrolli, 10 % sokerijuurikas, 5 % sokerijuurikas + 4 % Fibrofos). Tulosten perusteella parannettu karsinaratkaisu, joka tarjosi enemmän tilaa (1,0 vs. 1,25 m<sup>2</sup>/karju), suuremman kaukalotilan (12 cm vs. 24 cm/karju), ylimääräisen juomanipan ja useamman virikkeen (1 vs. 4 kpl/karsina), johti merkittävään karjunhajun vähenemiseen ja se paransi myös eläinten terveyttä ja hyvinvointia ilman kasvun heikkenemistä. Lisäksi rehun kuitulisä vähensi lihan skatolipitoisuutta (Pinto ym. 2022).

### Liemiruokinta

Liemiruokinnassa sioille syötetään kuivia rehuaineita veteen (tai muuhun nesteeseen) sekoitettuna (Kuva 2). Liemiruokinnassa käytetään pitkää kaukaloa ja kaikkien sikojen tulee päästä syömään samanaikaisesti. Vaihtoehtoisesti lyhyemmissä kaukaloissa voidaan käyttää anturioh-jattua järjestelmää. Liemiruokintaa ei varsinaisesti käytetä karjunhajuisten ruhojen vähentämiseksi, mutta sitä pidetään keinona vähentää sikojen välistä kilpailua ruokinnan aikana, mikä vähentää stressiä ja aggressiivisuutta, mikäli ruokintatilaa on kaikille sioille riittävästi, jolloin myös karjunhajuisten ruhojen riski pienenee (Andersson ym. 1997).



**Kuva 2.** Liemirehu maistuu sioille.

Karjunhajun vähentämisen lisäksi liemiruokinnalla on myönteisiä vaikutuksia myös eläinten hyvinvointiin ja sikojen kasvuun. Andersen ym. (2023) tutkimuksessa liemiruokintaa verrattiin kuivarehuruokintaan ja todettiin, että liemirehulla ruokittaessa sioilla oli vähemmän puremajälkiä kuin kuivarehulla ruokituilla sioilla. Liemiruokinnan järjestelmät helpottavat oikeiden ruokintamäärien laskemista. Liemiruokintaa käytetään laajasti Suomessa, Isossa-Britanniassa, Tanskassa ja Saksassa (DG SANTE 2019).

## 4.2. Teurastuksen ajoittaminen

Karjujen teurastus alhaisemmissa painoissa kuin leikot tai imisät, on yleinen käytäntö karjuja kasvattavilla tiloilla. Espanjassa karjuja on kasvatettu lihasikoina jo pitemmän aikaa. Espanjalaiset tuottajat kokevat, että heillä ei ole ongelmia karjujen kasvatuksessa, eikä karjun hajua myöskään testata teurastamalla (Heinonen 2021). Tällöin karjunhajua koskeva ongelma ratkaistaan kokonaan tiloilla harjoitetuilla olosuhde- ja hoitokäytännöillä ja teurastamalla eläimiä alemmissa elopainoissa. Espanjassa karjut teurastetaan noin 5,5 kuukauden iässä, jolloin niiden elopaino on alle 110 kg (Heinonen 2021). Espanjassa karjunhajuista lihaa myös käsitellään eri tavoin, jolloin karjunhaju saadaan häivytettyä.

Isossa-Britanniassa ei käytetä karjunhajun havaitsemismenetelmiä tai erilaisia karjujen hoitokäytäntöjä, mutta karjut teurastetaan siellä alemmassa painossa (105–110 kg) karjunhajun riskin hallitsemiseksi. Teurastus alemmassa teuraspainossa edellyttää tuottajalta tarkempaa seurantaä siitä, että kaikki karjut teurastetaan ennen rajapainon saavuttamista. Teurastamot määrittävät halutut sikojen painorajat, ja niihin vaikuttavat usein markkinat ja laadunvarmistusjärjestelmät. (DG SANTE 2019)

Ikä on parempi indikaattori karjunhajulle kuin paino, koska jotkut alemmassa teuraspainossa teurastetut siat voivat olla hitaasti kasvaneita ja siten riski karjunhajuiselle ruholle on suuri, jolloin karjunhajuista lihaa voi päästä toimitusketjuun. Nuoremmille sioille ei ehkä ole kehittynyt karjunhajuun liittyviä ominaisuuksia, kuten seksuaalista käyttäytymistä ja aggressiivisuutta. Espanjan, Alankomaiden ja Iso-Britannian karjujen tuottajat tarkkailevat sikoja säännöllisesti aggressiivisuuden tai seksuaalisen käyttäytymisen varalta. Aggressiivisesti käyttäytyvät siat erotetaan toisistaan tai merkitään teurastettaviksi varhaisemmalla iällä. (DG SANTE 2019)

DG SANTE (2019) raportin mukaan Alankomaissa karjujen enimmäiselopaino on noin 110 kg ja Tanskassa ja Belgiassa noin 115 kg. Joissakin tapauksissa hyvät kasvatuskäytännöt mahdollistavat teuraspainon nostamisen ja samalla karjunhajuisten ruhojen osuuden vähentämisen. Eräässä saksalaisessa teurastamossa teuraspainoa on kasvatettu 90–92 kg:sta 95 kg:n ruokinan aikataulujen, geneettisen perimän ja sikojen hoitokäytäntöjen muuttamisen avulla. Näiden muutosten jälkeen karjunhajuisten ruhojen osuus on vähentynyt 5–8 %:sta 2–2,5 %:iin. (DG SANTE 2019)

Tuottajat voivat käyttää teurastamoilta saatua palautetta karjunhajuun liittyvien käytäntöjen tunnistamiseen ja sopivan teurastusiän valitsemiseen. Tuottajat voivat esimerkiksi alentaa teuraaksi lähetettävien sikojen ikärajaa, jos teurastamot ilmoittavat suuresta määrästä karjunhajuisia ruhoja tietyn iän jälkeen teurastettujen sikojen osalta. Sikojen ikää voidaan seurata sikoja merkitsemällä esim. merkitsemällä vieroitusr ryhmä samanlaisella korvamerkillä. (DG SANTE 2019)

Karjujen teurastaminen nuorempana tai alemmassa painossa johtaa yleensä alempaan ruho-kohtaiseen hintaan, jolloin tuottajan saama tulo sikaa kohden on pienempi. Jos karjuja kasvatetaan omalla osastollaan, kiertonopeus on kuitenkin parempi, joka osittain kompensoi alhaisempaa hintaa. Jos taloudellista kannustinta ei ole, tuottajat voivat päättää olla soveltamatta tätä käytäntöä. Ei ole kuitenkaan selvää, kuinka suuri ero on karjunhajun riskissä erilaisten painojen välillä. Raja-arvot voivat vaihdella myös roduittain. Korkeampi teuraspaino nostaa yleensä kuitenkin ruhon rasvapitoisuutta, jolloin riski karjunhajuisille ruhoille on suurempi. (DG SANTE 2019)

Sikojen tappelua ja epätoivottua seksuaalista käyttäytymistä karjukarsinoissa voidaan vähentää lähettämällä koko karsina teuraaksi kerralla (Fredriksen & Hexeberg 2009, Fàbrega ym. 2013). Tätä käytäntöä ei kuitenkaan yleensä noudateta, vaan sikoja lähetetään yleensä teuraaksi eri aikoina kasvunopeuksien erojen ja joissakin tapauksissa myös ongelmakäyttäytymisen vuoksi (DG SANTE 2019). Tästä seuraa karsinaan jäljelle jääneiden sikojen keskinäisen arvojärjestyksen määrittämien, joka aiheuttaa tappeluja ja levottomuutta karsinassa. Samasta syystä eri karsinoista peräisin olevia karjuja ei saa sekoittaa keskenään sen jälkeen, kun osa karjuista on lähtenyt teurastamolle (van der Peet-Schwering ym. 2013).

Van Staaveren ym. (2015) tutkimuksen tavoitteena oli selvittää karjujen sekoittamisen vaikutusta käyttäytymiseen, hyvinvointiin ja ihovaurioihin ennen teuraaksi kuljetusta. Tulokset osoittivat, että karjuilla, jotka sekoitettiin tuntemattomiin karjuihin ennen teurastusta, oli enemmän aggressiivista ja seksuaalista käyttäytymistä verrattuna karjuihin, joita ei ollut sekoitettu tai verrattuna karsinoihin, joissa oli sekä imisiä että karjuja. Tällä ei ollut kuitenkaan vaikutusta teurasruhoissa havaittuihin vaurioihin (van Staaveren ym. 2015). Fàbrega ym. (2011)

tutkimuksessa teurastusstrategia (painon mukaan tai kaikki kerralla teuraaksi) ei vähentänyt karjunhajuisten ruhojen riskiä.

### 4.3. Sikojen jalostus

Selektiivistä jalostusta voidaan käyttää karjujen androstenonitasojen alentamiseen. Jalostustekniikoita on pääasiassa kaksi. Ensimmäinen tapa on valita kasvatettava sika rodun mukaan, koska tietyillä roduilla on todennäköisesti vähemmän karjunhajuisia ruhoja. Monissa tutkimuksissa on todettu, että Pietrain- ja Duroc-rotujen sioilla on pienempi karjunhajun riski verrattuna muihin rotuihin (Aluwé ym. 2011b, IRTA 2015, Xue ym. 1996a). Sikojen jalostajat ovat ottaneet karjunhajun riskin mukaan valintamenetelmiinsä. Topigs Norsvin on onnistunut vähentämään karjunhajua eri linjoillaan (Talent, Tempo ja Top Pi). Nador karjujen jälkeläisillä on vielä pienempi riski karjunhajuisten ruhojen esiintymiseen (Ter Beek 2012, Topigs Norsvin 2018).

Toinen menetelmä on valinta rodun sisällä. Jalostusyrietykset ovat kehittäneet tekniikoita ja käytäntöjä, joiden avulla he voivat tarjota "vähäisemmän karjunhajun riskin" siemenannoksia. Backus ym. (2016) tutkimuksessa keinosiemennyskarjujen käyttö, jotka luokiteltiin genomisen jalostusarvojen perusteella alhaiseen karjunhajun riskiin, johti karjunhajun esiintyvyyden vähentämiseen 40 %. Topigs Norsvin on kehittänyt menetelmän vähäisemmän karjunhajun riskin omaavien karjujen valitsemiseksi ja näiden karjujen vähäisemmän karjunhajun riskitason siemenannoksia on markkinoilla. Ranskassa jalostusyriety Nucleus on kehittänyt vähäisemmän karjunhajun riskin Piétrain-sikojen linjan, joka tunnetaan nimellä "INO" (ranskalaisesta "inodore", ilman hajua), käytettäväksi Cooperlin karjujen toimitusketjussa.

Myös Bonnin yliopisto on kehittänyt vähäisemmän karjunhajun linjan Saksassa yhteistyössä jalostusyhtiö GFS:n ja Westfleisch teurastamon kanssa. Belgiassa Delhaize on työskennellyt jalostusyriety PIC:n kanssa kehittääkseen matalan karjunhajun riskitason siementä käytettäväksi tuotteissa, joissa on kastroatiovapaa sianlihamerkintä (Ordelman 2018). PIC on kuitenkin ilmoittanut, että vähäisemmän karjunhajun riskin sikojen kanssa on ollut joitakin ongelmia. Matalan karjunhajun riskitason siemenellä kasvatettujen sikojen vatsa on kooltaan ja laadultaan pienempi, ja matalan riskitason karjunhajun siemen voi vaikuttaa emakoiden tuottavuutta heikentävästi (Knudsen 2018).

Pienemmän karjunhajuriskin siemenannokset hinnoitellaan joskus normaaleja annoksia kalliimmiksi. Yksi annos Topigs Norsvinin Nador-siementä maksaa 1 € enemmän annosta kohden kuin tavallinen annos siementä. Sitä vastoin Nucleuksen INO-karjujen siemenannoksia on saatavilla samaan hintaan kuin muitakin siemenannoksia. Matalariskisen siemenannoksen käyttö kattaa vain puolet geneettisestä materiaalista, joka siirtyy jälkeläisille, joten myös emakoiden geneettisen materiaalin vaikutus tulisi ottaa huomioon. (DG SANTE 2019)

### 4.4. Karjujen käsittely kuljetuksen aikana ja teurastamolla

Karjujen käsittely kuljetusten aikana, teuraskuljetusten toteuttaminen ja ruhojen käsittely teurastamolla kannattaa toteuttaa eri tavalla kuin leikkojen ja imisien kuljetus ja käsittely teurastamolla. Jotkut teurastamot haluavat, että sikoja toimitetaan teurastamoon samaa sukupuolta olevina ryhminä. Tämä auttaa teurastamoita logistisissa ongelmissa, jotka liittyvät erilaisten ruhotyyppien pitämiseen erillään teuraslinjalla. Jotkut tuottajat kasvattavat jo sikoja samaa

sukupuolta olevissa ryhmissä, jolloin karjujen ja imisien kuljetus erillään on helpompi järjestää. Karjujen teurasaikojen rajoitus tehostaa karjujen käsittelyä ja testausta teurastamalla. Jotkut teurastamot valitsevat tietyt ajat, jolloin karjuja ei sallita teurastuslinjalla. Tämä liha on tarkoitettu asiakkaille tai tuoteryhmille, jotka eivät halua tai eivät voi käyttää karjun lihaa. Tämä edellyttää teuraserien saapumisten aikatauluttamista ja hyvää koordinoitua tuottajien/tavarantoimittajien/kuljettajien kanssa.

Iso-Britannian ja Alankomaiden tuottajat ja teurastamot pitivät sikojen kuljettamista teurastamoon sukupuoliryhmittäin parhaana käytäntönä. Sikojen käsittely teurastamalla sukupuoliryhmittäin voi auttaa vähentämään sikojen kokemaa stressiä ja helpottaa karjujen käsittelyn logistiikkaa ja karjunhajun havaitsemista (DG SANTE 2019). Aaslyng ym. (2019) mukaan eläinten hyvinvoinnin optimoimiseksi tulisi minimoida karjujen odotus- ja lastausaika tilalla ennen kuljetusta. Karjut tulee siirtää suoraan karsinoista kuljetusautoon tai ainakin varmistaa, että ne viettävät mahdollisimman vähän aikaa ja mahdollisimman pienissä ryhmissä lastaustiloissa ennen teurastamoon kuljetusta. Jos näitä ohjeita noudatetaan, ihovaurioita ei juurikaan esiinny enempää kuin imisien ja leikkojen kuljetuksissa ([www.dti.dk](http://www.dti.dk)).

Sikojen pitäminen puhtaina ja rauhallisina kuljetuksen aikana on tärkeää hyvinvoinnin kannalta, vaikka ei olekaan selvää, voiko tämä myös auttaa vähentämään karjunhajua (Consortium of the Animal Transport Guides Project 2018, EFSA 2020). Isbrandt ym. (2022) kirjallisuuskatsauksen mukaan tärkein sikojen hyvinvointiin vaikuttava tekijä teurastuspäivänä on sikojen rauhallinen käsittely. Kovaa melua tulee välttää tai vähentää mahdollisimman paljon. Sikojen stressiä voidaan vähentää myös lyhentämällä kuljetusaikaa ja käyttämällä kuljetuksessa määräysten mukaisia eläintiheyksiä (Isbrandt ym. 2022). Wesoly ym. (2015) tutkimuksessa kuljetusajan pituus vaikutti karjujen testosteronipitoisuuksiin ja rasvanäytteiden androstenonipitoisuuteen. Karjujen plasman testosteronipitoisuudet kasvoivat 2,2 ng/ml ja silavan androstenonipitoisuus 0,09 µg/g tunnin kuljetusaikaa kohden. Ulosteen kortisolipitoisuus nousi 4,3 ng tunnin kuljetusaikaa kohden. Kuljetusta edeltävän odotusajan pituus vaikutti silavan skatoli ja indolipitoisuuksiin. Silavan skatolipitoisuus nousi 21,5 ng/g ja indolipitoisuus 10,6 ng kuljetusta edeltävää odotustuntia kohden (Wesoly ym. 2015).

Karjut ovat tunnetusti aggressiivisempia kuin leikot (Björklund & Boyle 2006). Vaikka karjujen käyttäytymisessä on paljon vaihtelua, on mahdollista, että teurastamon navetassa on karjuja, joiden seksuaalinen ja aggressiivinen käyttäytyminen häiritsee ja heikentää kaikkien navetassa olevien sikojen hyvinvointia ([www.dti.dk](http://www.dti.dk)). Karjujen aggressiivinen käyttäytyminen voi johtaa eläinten hyvinvoinnin ja lihan laadun heikkenemiseen (Čobanović ym. 2017). Karjujen aggressiivisuus, seksuaalinen käyttäytyminen ja sen seurauksena syntyneet ruhjeet ja vauriot voivat tuoda lisäkuluja ruhojen hylkäyksinä (von Borell ym. 2020). Teurastamon odotustilojen hallinnan ja suunnittelun lisäksi tiedetään, että pieni ryhmäkoko ja lyhyempi odotusaika teurastamon navetassa lisäävät sikojen hyvinvointia (Driessen ym. 2020, Holmes ym. 2020).

Jos teuraaksi kuljetettavien karjujen määrä tulevaisuudessa lisääntyy, saattaa olla tarpeen tiukentaa eläinten kuljetuslogistiikan valvontaa teurastamalla ja lisätä joustavuutta navetassa olevien sikojen teurastusjärjestyksessä, koska jotkut karjut voivat olla erittäin levottomia ja siksi ne tulisi teurastaa mahdollisimman pian teurastamolle saapumisen jälkeen ([www.dti.dk](http://www.dti.dk)). Myös Støier ym. (2019) suosittelee mahdollisimman nopeaa teurastamista sioille sellaisissa karsinoissa, joissa esiintyy levottomuutta eläinten hyvinvoinnin ja ihovaurioiden määrän vähentämiseksi.

Jos siat saavat levätä kuljetuksen jälkeen teurastamon navetassa ja ne pysyvät rauhallisina ennen tainnutusta, sillä on positiivisia vaikutuksia lihan laatuun (EFSA 2020, Holmes ym. 2020, Sather ym. 1995). Støier ym. (2019) mukaan eläinten hyvinvoinnin näkökulmasta on tärkeämpää välttää ylimääräistä sikojen käsittelyä, jota tarvittaisiin, jos eri sukupuolet pidettäisiin määrättyissä suhteissa teurastamoiden karsinoissa. Myös Aaslyng ym. (2019) mukaan teurastamossa ei tarvitse säätää sukupuolten suhdetta karsinoissa, koska sillä on vain vähäinen vaikutus eläinten hyvinvointiin.

## 5. GnRH-rokotteella kastroidut karjut

Karjujen kasvatukseen lisäksi toinen potentiaalinen vaihtoehto kirurgiselle kastraatiolle on rokotus karjunhajua vastaan (Vanhonacker & Verbeke 2011). Ruiskeena annettava GnRH-rokote vaikuttaa stimuloimalla sian omaa immuunijärjestelmää tuottamaan vasta-aineita, jotka väliaikaisesti rajoittavat kivesten kasvua ja toimintaa ja estävät karjun hajua aiheuttavien aineiden kerääntymisen. Tämä GnRH-rokote ei ole hormoni tai lääke. Rokotuksen seurauksena kivekset eivät kehity normaalisti ja ne eivät tuota androstenonia. Tällöin karjuille ominainen aggressiivinen ja seksuaalinen käyttäytyminen vähenee (Vanhonacker & Verbeke 2011). Yleensä karjut rokotetaan GnRH-rokotteella kaksi kertaa ja toinen rokote annetaan noin 4–6 viikkoa ennen teurastusta (Aluwé ym. 2016, Bonneau & Weiler 2019). GnRH-rokotetta käyttämällä voidaan eliminoida yli 99 % karjunhajuisista ruhoista (Vanhonacker & Verbeke 2011). Rokotuksissa tulee noudattaa ohjeistusta, jotta jokainen karju saa riittävän rokoteannoksen oikeaan aikaan, muuten osalla rokotetuista karjuista kivekset kasvavat ja ruhossa voi olla karjunhajua (EMA/115881/2009).

Karjuja rokotetaan karjunhajua vastaan Zoetis Animal Healthin markkinoimalla Improvac-rokotteella® (European Medicines Agency). Tätä rokotetta voidaan käyttää myös imisien kiiman estämiseen (EMA/115881/2009). Yksi annos Improvac-rokotetta maksaa 1,40–1,50 euroa (DG SANTE 2019). Suurina määrinä rokoteannoksen hinta voi olla alhaisempi. Vastaavaa rokotetta, [Ceva Valora](#)®, markkinoi Ceva Animal Health (Kiss ym. 2017). GnRH-rokotus on ylimääräinen työvaihe, mutta lisätyötä kompensoi se, että kirurginen kastratio jää porsasvaiheessa pois.

Toiseen GnRH-rokotukseen asti karjut käyttäytyvät karjujen tavoin, joten kasvatusolosuhteissa tulee ottaa tämä huomioon. Toisen rokotuskerran jälkeen siat eivät enää käyttäydy niin aggressiivisesti kuin karjut, jolloin sikojen loukkaantumisriski on vähäisempi (Baumgartner ym. 2010, Rydhmer ym. 2010). Toisen annoksen jälkeen sioista tulee tehokkaampia rehun hyödyntäjiä, ja ne saavuttavat suuremman painon teurastushetkellä, mikä parantaa kannattavuutta. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen rehuhyötysuhde on parempi kuin leikoilla (Batorek ym. 2012, Bonneau & Weiler 2019, Morales ym. 2013, Oliver ym. 2009). GnRH-rokotteella kastroitujen sikojen rehun muuntosuhde on lähes 3 % pienempi kuin leikoilla, jolloin rehukustannukset jäävät alhaisemmiksi (Palomo 2012). GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen lihan laatu on lähellä leikkojen lihan laatua (Gispert ym. 2010, Oliver ym. 2009, Škrlep ym. 2020).

Helsingin Yliopiston ja MTT:n yhteistyössä toteutetussa [FINCAS](#)-projektissa (2011–2012) selvitettiin GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen ja leikkojen kustannustehokasta valkuaisruokintaa (Voutila ym. 2013, 2014). GnRH-rokotteella kastroituja karjuja ja leikkoja kasvatettiin yhteensä 208 kpl kolmivaiheisella täysrehuruokinnalla MTT:n Hyvinkään tutkimusasemalla 27 kg:sta noin 114 kg loppuelopainoon. Koesiat olivat rodultaan Duroc-maatiaisseosspermalla siemennettyjen yorkshire x maatiaisristeytysemojen porsaita. Tutkimuksessa GnRH-rokotteella kastroiduilla karjuilla oli parempi rehuhyötysuhde ja lihaprosentti ja niiden tuotanto oli taloudellisesti kannattavampaa kuin leikkojen kasvatus, mikäli niiden ruhot hinnoiteltiin samalla tavalla.

Vanhemmaksi kasvatettavat karjut voivat tarvita vielä kolmannenkin rokotuskerran (Bonneau & Weiler 2019). Toisella ja kolmannella rokotuskerralla siat ovat jo isokokoisia. Tuottajien ei ole aiemmin tarvinnut rokottaa lihasikoja ja siihen tarvittavaa osaamista ei vielä ole ja ehkä sen vuoksi osa tuottajista pitää tätä hankalana tehtävänä. Lisäksi isojen sikojen rokotuksessa

voi olla riski sille, että hoitaja vahingossa pistää rokotteen itseensä (Mancini ym. 2017). Rokotteen vaikutus on samanlainen ihmisellä kuin sioilla, mutta näiden vaikutusten ilmaantumisen riski on suurempi toisen tai useamman rokotuksen jälkeen kuin ensimmäisen injektion jälkeen. Rokotuksen vaikutuksia ihmisellä voivat olla sukupuolihormonitason tilapäinen lasku ja lisääntymiskyvyn heikkeneminen miehillä ja naisilla, mukaan lukien raskauteen liittyvät ongelmat. Raskaana olevien tai raskautta suunnittelevien ei tule toimia sikojen rokottajana. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen lihaa voidaan syödä turvallisesti milloin tahansa rokotuksen jälkeen (EMA/115881/2009).

GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen kasvatusta ei ole kovin yleistä Euroopassa. Belgiassa GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen kasvatusta on yleisempää kuin karjujen kasvatusta (Bonneau ja Weiler 2019). Belgiassa ja Puolassa GnRH-rokotteella kastroituja karjuja on kasvatettu vuodesta 2010 lähtien ja jonkin verran GnRH-rokotteella kastroituja karjuja kasvatetaan myös Espanjassa ja Alankomaissa. Norjassa GnRH-rokote on ollut aiemmin käytössä, mutta nykyisin sitä ei juuri käytetä. GnRH-rokotteella kastroituja karjuja kasvatetaan yleisesti Australiassa, Uudessa Seelannissa, Brasiliassa, Meksikossa ja Costa Ricassa (DG SANTE 2019).

## 5.1. GnRH-rokotteen antaminen

EU:n viranomaiset edellyttävät, että GnRH-rokotteen antajat ovat koulutettuja ja sertifioituja. Koulutuksia järjestävät rokotteen toimittajat. Rokottajan tulee käyttäytyä rauhallisesti. Rokotuksissa noudatetaan rokotteen valmistajan ohjeistusta ([Improvac guide](#)). GnRH-rokote pistetään ihon alle sian korvan taakse. Jokainen rokotettu sika merkitään välittömästi rokotuksen jälkeen. Jos on epävarmuutta siitä, onko sika jo saanut rokoteannoksensa, sika voidaan rokottaa uudelleen. Rokottavan henkilön tulee tietää ja osata kaikki rokotusprosessiin kuuluvat vaiheet, kuten rokoteruiskun valmistelu, huolto ja puhdistus, rokotteen antaminen, sikojen käsittely, tarkkailu ja valvonta-asiakirjojen laatiminen. Oikein suoritettu rokotus on tehokas menetelmä karjunhajuisten ruhojen ehkäisyyn (Improvac guide).



**Kuva 3.** Turvaruisku GnRH-rokotteen antamista varten (Voutila ym. 2013).

GnRH-rokotteen antamiseen käytetään erityistä ruiskua, jota kutsutaan turvaruiskuksi (Kuva 3). Tällä työkalulla on useita turvamekanismeja, kuten esim. suojattu neula, joka tulee esille vasta, kun annostelupistooli painetaan sikaa vasten ja vedetään liipaisimesta. Turvaruisku on helppokäyttöinen ja sitä voidaan käyttää sekä pienille että suurille sioille (Improvac quide). Rokotetoimittajien suosittelemat turvaruiskut ovat NJ Phillipsin Secure Plus ja Simcron Sekurus.

## 5.2. GnRH-rokotusohjelma ja ohjeistus

GnRH-rokotusohjelma toteutetaan valmistajan ohjeistuksen mukaisesti, mutta sitä voidaan kuitenkin mukauttaa kullekin tilalle sopivaksi halutun ruhon painon, rehun muuntosuhteen ja ruhon rasvapitoisuuden mukaan. GnRH-rokotuskertoja on yleensä kaksi. Rokotteen antamisen suositeltu alaikäraja on 8 viikkoa, koska kaupallisesti saatavilla olevia rokotteita ei ole lisensoitu käytettäväksi alle 8 viikon ikäisillä sioilla. Ensimmäisellä rokotuksella ei ole fysiologisia vaikutuksia. Toinen rokotus on annettava vähintään neljä viikkoa ensimmäisen jälkeen ja neljästä kuuteen viikkoa ennen teurastusta. Euroopassa sallitaan kuitenkin sikojen lähettämisen teurastettaviksi ilman karjunhajun riskiä kymmenenteen viikkoon asti toisen rokotuksen jälkeen (EMA/115881/2009).

Kuvassa 4 on GnRH-rokotteen valmistajan suosittelema rokotusaikataulu ja esimerkki muokatusa rokotusaikataulusta. Sikojen kasvattajat voivat kuitenkin muuttaa aikataulua tarpeidensa ja sikojen kasvatuksen erityispiirteitten vaatimusten mukaan. Tällä hetkellä GnRH-rokotetta ei käytetä Suomessa sikojen kasvatuksessa, joten tämä rokotteen valmistajan suosittelema aikataulu tulee muokata suomalaisten sikojen kasvatuksen olosuhteisiin sopivaksi siinä vaiheessa, kun GnRH rokotetta aletaan käyttää sikojen kasvatuksessa. FINCAS-projektissa GnRH-rokote (Improvac®) annettiin lihasikalassa 3. ja 7. kasvatusviikolla. Näiden lisäksi seitsemälle sialle annettiin kolmas rokote lihasikalan 9. tai 10. kasvatusviikolla rokotuksen onnistumisen varmistamiseksi (Peltoniemi ym. 2015).

|   |                         |   |
|---|-------------------------|---|
|  | Ensimmäinen rokoteannos | 8 viikon iästä alkaen esim. lihasikalan kasvatusviikolla 3                            |
|  | Toinen rokoteannos      | Vähintään 4 viikkoa ensimmäisen annoksen jälkeen esim. lihasikalan kasvatusviikolla 7 |
|  | Tarkastus               | 2–3 viikkoa toisen annoksen jälkeen   |
|  | Teurastus               | 4–6 viikkoa toisen annoksen jälkeen   |

**Kuva 4.** GnRH-rokotteen valmistajan suosittelema ja esimerkki muokatusta rokotusaikataulusta.

Tuottajat voivat myös yhdenmukaistaa rokotusaikoja eri sikaerien välillä. Rokotusprosessi tehostuu, jos vanhemman erän toinen rokotus tehdään samana päivänä kuin nuoremman erän ensimmäinen rokotus. (DG SANTE 2019)

### 5.3. Varhainen tai myöhäinen GnRH-rokotusajankohta

Jotkut tuottajat antavat toisen GnRH-rokotteen mahdollisimman pian ensimmäisen rokotuksen jälkeen. Siat saavuttavat puberteetin keskimäärin noin 16–18 viikon iässä ja käyttäytyvät yhä aggressiivisemmin ikääntyessään. Varhainen rokottaminen vähentää sikojen aggressiivista ja seksuaalista käyttäytymistä. Tällä käytännöllä voidaan myös lisätä lihaksensisäisen rasvan ja selkärasvan määrää. (DG SANTE 2019)

Sikojen välinen aggressiivisuus vähenee yhdestä kahteen viikkoa toisen GnRH-rokote annoksen antamisen jälkeen. Tämä edistää eläinten hyvinvointia, vähentää ihovaurioiden ja jalkavaurioiden riskiä ja parantaa ruhon laatua (Andersson ym. 2012, [Australian Pork](#), Fàbrega ym. 2010). Esimerkiksi, jos rokotusaikataulun mukaan toinen rokotuskerta olisi 19 viikon iässä ja teurastus 24–25 viikon iässä, mutta siat osoittavat liiallista seksuaalista käyttäytymistä noin 19 viikon iässä, toinen rokotus voidaan antaa yhdestä kahteen viikkoa aikaisemmin (eli viikolla 17) ilman, että teurastusaikaa tarvitsee muuttaa. (DG SANTE 2019)

Toisen GnRH-rokoteannoksen ja teurastuksen välinen aika ei saisi ylittää 10 viikkoa, mutta jos se ylittyy, kolmas rokoteannos annetaan 4–10 viikkoa ennen teurastusta. Näin varmistetaan, ettei ruhoissa ole karjunhajua. Varhainen rokotus voi siis edellyttää kolmannen rokotuksen

antamista. Tällöin ensimmäinen GnRH-rokotus voisi olla viikolla 8, toinen viikolla 12 ja kolmas rokotus viikolla 18–20, jolloin teurastus voisi olla viikolla 24. (DG SANTE 2019)

Jotkut tuottajat haluavat antaa toisen GnRH-rokoteannoksen mahdollisimman myöhään. Tällöin voidaan maksimoida "karjumainen" kasvukyky, jolloin rehuhyötysuhde paranee ja ruhot ovat rasvattomampia. Tämän seurauksena sikojen välillä voi olla enemmän aggressiivisuutta kohonneiden testosteronitasojen vuoksi. Aggressiivisuutta voidaan kuitenkin vähentää lisäämällä karsinatilaa ja muilla hoitokäytännöillä. (DG SANTE 2019)

## 5.4. Kolmas GnRH-rokoteannos

Kolmas GnRH-rokoteannos vähentää karjunhajuisten ruhojen riskiä suuremmissa teuraspaunoissa. Se voidaan antaa karjuille sen jälkeen, kun toisesta GnRH-rokoteannoksesta on kulu-  
nut 10 viikkoa. Kolmea rokotusta käytetään Espanjassa kasvatettaessa Iberian sikoja. GnRH-rokotuksilla on onnistuttu parantamaan kasvatuksen kannattavuutta ja eläinten hyvinvointia säilyttäen samalla tuotteiden korkea laatu (Palomo Yagüe 2012). Karjut rokotetaan GnRH-rokotteella kolme kertaa 30, 34 ja 44 viikon ikäisenä, jolloin karjut teurastetaan 52 viikon iässä. Espanjalaisissa teurastamoissa ja leikkaamoissa vuodesta 2010 lähtien tehdyt kokeet osoittavat, että GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen suolattu liha on väriltään, marmorointiprosenttiltaan ja vedenpidätyskyvyltään leikkojen lihan laatua vastaavaa. Italiassa Parman kinkkua varten tuotettuja isoksi kasvatettavia sikoja rokotetaan GnRH-rokotteella neljä kertaa. (DG SANTE 2019)

## 5.5. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen ruokinta

Ennen GnRH-rokotteen toista annosta sikoja ruokitaan samalla tavalla kuin karjuja. Dunshea ym. (2013) mukaan GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen lysiinin tarve on ennen toista rokotusta 5 % suurempi 25–50 kg painoluokassa ja 8 % suurempi 50–95 kg:n painoluokassa kuin imisien lysiinin tarve. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen rehuun tehdään muutoksia toisen rokotuksen jälkeen (viikoista 30–32 lähtien). Toisen rokotuskerran jälkeen GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen lysiinin tarve vähenee ja muuttuu enemmän leikkojen tarpeen kaltaiseksi. Noin 10 päivää toisen GnRH-rokoteannoksen jälkeen sikojen syöntikyky lisääntyy eli ne syövät enemmän rehua ja kasvavat nopeammin kuin karjut (Dunshea ym. 2013). Silloin niiden lysiinin tarve on alhaisempi kuin karjuilla ja noin 94 % imisien lysiinin tarpeesta (Bee ym. 2020, Dunshea ym. 2013).

Tästä syystä GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen rehun koostumusta tulisi muuttaa tässä vaiheessa. Energian ja aminohappojen suhdetta säädetään ja aminohappojen osuutta vähennetään vähentämällä kaikkia yksittäisiä aminohappoja tasapuolisesti. Hiilihydraateista saatavan energian osuus kasvaa verrattuna rasvasta saatavaan energiaan. Lisäksi rehussa on hyvä olla enemmän kuitua, hivenaineita ja E-vitamiinia, jota lisätään parantamaan lihan laatua. Muiden vitamiinien ja kivennäisaineiden määrä on lakisäätteisten standardien mukainen. (DG SANTE 2019)

Rehun päivittäistä määrää voidaan lisätä keskimäärin 20 % toisen GnRH-rokote annoksen jälkeen. Tämä lisää GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen päiväkasvua, joka on noin 5 % suurempi kuin karjuilla. GnRH-rokotteella kastroidut karjut kasvavat siis nopeammin ja saavuttavat teuraspainonsa aikaisemmin kuin karjut. Kaiken kaikkiaan rehuhyötysuhde pysyy siis

muuttumattomana, ja lysyiinin tarpeen vähenemisen vuoksi rehukustannukset voivat jäädä alemmiksi. (DG SANTE 2019)

Belgian, Puolan ja Espanjan GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen kasvattajat ovat todenneet käytännössä, että GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen rehuhyötysuhde on parempi kuin leikoilla. Tämä kompensoi rokotuksesta aiheutuvia lisäkustannuksia. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen paremman rehuhyötysuhteen hyödyntäminen edellyttää kuitenkin GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen ja imisien kasvattamista erillään, jolloin molemmille sukupuolille voidaan tarjota optimoituja rehukoostumuksia. (DG SANTE 2019)

## **5.6. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen käyttäytymisen seuranta**

Rokotuksen onnistumisen varmistamiseksi tuottajien tulisi tarkkailla sikojen käyttäytymistä 2–3 viikkoa toisen rokotuksen jälkeen. Kun tuottajat saavat riittävästi kokemusta sikojen tarkkailusta, siitä tulee osa heidän päivittäistä rutiiniaan. Tarkkailu voidaan tehdä mihin vuorokauden aikaan tahansa. Ruokinta-aikaa tai päivän kuumimpia aikoja tulisi kuitenkin välttää, koska sikojen aktiivisuus vähenee näinä aikoina. Sikojen käyttäytymisen tarkkailun tarkoituksena on varmistaa, että sikojen rokottaminen on onnistunut. Seksuaalisen käyttäytymisen väheneminen viittaa siihen, että rokotus on tehty oikein. GnRH-rokotetut siat eivät saisi hyppiä toisensa selkään tai yrittää astua toisiaan. Sioilla ei saisi olla suurentuneita ja punoittavia kiveksiä tai toistuvaa aggressiivista käyttäytymistä. Jos tällaista käytöstä havaitaan se voi olla merkki siitä, että rokotus ei ole onnistunut ([Improvac guide](#)).

Jos yksi tai useampi eläin karsinassa on jäänyt rokottamatta, karsinassa esiintyy paljon enemmän levottomuutta. Nämä siat merkitään ja rokotetaan GnRH-rokotteella uudelleen. Karjujen seksuaalinen käyttäytyminen voidaan joskus sekoittaa sikojen dominoivaan käyttäytymiseen. Keskinäisen arvojärjestyksen selvittämiseksi ryhmässä dominoivat siat voivat hyppiä toisten sikojen päälle. Tämä hyppiminen kestää kuitenkin lyhyemmän aikaa ja sitä tapahtuu harvemmin. (DG SANTE 2019)

## **5.7. Teurastamolle toimitettavat asiakirjat**

Rokotevalmistajan suositusten mukaan tuottajien tulee toimittaa asiakirjat teurastamolle, joissa osoitetaan, että tuottajat noudattavat asianmukaisia rokotusmenettelyjä ja tarkastuksia ja ovat sitoutuneet tuottamaan sikoja, joiden karjunhajuisten ruhojen riski on pieni. GnRH-rokotteen antamisen ohjeistuksen noudattaminen ja sikojen käyttäytymisen tarkkailu auttaa rakentamaan luottamusta tuottajan ja teurastamon välillä. Kuljetusasiakirjoihin merkataan tuottajan nimi, teurastamoon lähetettyjen sikojen lukumäärä, sukupuoli, lastausaika ja ajoneuvon numero. Muita tietoja ovat mm. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen lukumäärä, rokotusajankohta ja vahvistus siitä, että rokotetut siat on tarkastettu poikkeavan käytöksen osalta ennen teuraaksi toimittamista. (DG SANTE 201)

## 5.8. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen käsittely ja testaus teurastamolla

Mahdollisten karjunhajuisten ruhojen tarkkailuun teurastamolla käytetään ruhojen satunnaisotantaa, tai tarkastukset voivat perustua riskitekijöihin. Riskiperusteiset tarkastukset ovat todennäköisesti tehokkaampia kuin satunnaistarkastukset. Riskiperusteista arviointia tehdään esim. tarkkailemalla kivesten kokoa joko silmämääräisesti tai mittaamalla niitä kynnyksarvoa käyttäen. Tämä havainnointi voidaan tehdä joko teuraslinjalla tai sikojen saapua teurastamoon. Kivesten koon tarkkailua ei kuitenkaan pidetä tehokkaana menetelmänä rokotuksen onnistumisen arvioimiseksi. Tämä johtuu kivesten koon vaihtelusta yksittäisten sikojen välillä. Myös tutkimustulokset vahvistavat sen, että kivesten paino ei ole luotettava mittari määrittäessä karjunhajuja vastaan annetun rokotuksen tehokkuutta (Čandek-Potokar ym. 2014). Toisin karjuja koskevassa tutkimuksessa Fàbrega ym. (2011) kaikki korrelaatiot androstenonipitoisuuden ja sukupuolielinten painojen välillä olivat tilastollisesti merkitseviä.

Mahdollisten karjunhajuisten ruhojen tarkkailuun teurastamolla käytetään myös bulbouretraalirauhasten mittauksiin perustuvaa menetelmää. Tutkimukset ovat osoittaneet, että bulbouretraalirauhasten koko voi olla luotettava indikaattori rokotuksen onnistumisesta (Batorek ym. 2012, Čandek-Potokar ym. 2014). Tämä rauhanen on kooltaan kuitenkin suhteellisen pieni ja se vaurioituu herkästi teurastuksen aikana. Fàbrega ym. (2011) tutkimuksessa imisien kanssa viereisissä karsinassa olleilla karjuilla oli suuremmat kivekset ja painavammat bulbouretraalirauhaset verrattuna karuihin, joiden viereisessä karsinassa oli karjuja. Fazarinc ym. (2023) mukaan karjun urogenitaalitiehyen paino yhdessä kivesten painon kanssa on yksinkertainen, luotettava ja tehokas indikaattori karjunhajuisten ruhojen tunnistamiseen.

Teurastamon navetassa eläimiä vastaanottava henkilö voi myös tarkkailla ja havainnoida eläinten käyttäytymistä. Kohdennettuja tarkastuksia voidaan tehdä sikaerille, joissa on merkkejä siitä, että GnRH-rokotetta ei ehkä ole annettu oikein. Teurastamon suorittamat tarkastukset on dokumentoitava ja tulokset jaetaan myös tuottajille, jolloin luottamus tuottajien ja teurastamon välillä pysyy. (DG SANTE 2019)

Teurastamot testaavat GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen ruhoja teurastuslinjalla (aistinvarainen) tai sen ulkopuolella (kemiallinen). GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen yleisin karjunhajun testausmenetelmä on ihmisenämenetelmä. Yhdistämällä GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen ruhojen tarkastukset karjujen ruhojen tarkastukseen voidaan parantaa tehokkuutta ja vähentää tarkastusten kustannuksia. (DG SANTE 2019)

Riskiperusteinen arviointi voidaan tehdä myös testosteronitestauksella, koska testosteronitasot korreloivat yleensä androstenonitasojen kanssa. Myös GnRH-rokotteen valmistajat suosittelevat tätä käytäntöä. Testosteronitestauksella tunnistetaan sikaryhmät, joilla on suuri riski karjunhajuille ruhoille. Jos sikaerässä on useita karjuja, joilla on korkea testosteronitaso, on todennäköistä, että tämän sikaryhmän rokotus ei ole täysin onnistunut. Tämän erän ruhoille voidaan sitten tehdä muita aistinvaraisia testejä, ja tuottajalle annetaan palautetta karjunhajun määrästä sikaerässä. Verikokeen tulokset saadaan 24 tunnin kuluessa. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen testosteronitasot ovat yleensä 5–100 ng/dl, kun taas karjujen testosteronitasot ovat välillä 500–1 500 ng/dl. Testosteronitasot vaihtelevat kuitenkin syklistä. Testosteronitestaus on nopeampi ja halvempi menetelmä kuin kemiallinen testaus, mutta se edellyttää, että teurastamoilla on valmiudet verikokeiden suorittamiseen. Testaamisesta aiheutuu

lisäkustannuksia. Testosteronitestausta maksaa 8–10 euroa testiä kohti. Testosteronilla ei ole validoitua raja-arvoa, joten vääriä negatiivisia tuloksia voi esiintyä. (DG SANTE 2019)

Teurastamo voi myös ottaa otosluonteisesti rasvanäytteitä GnRH-rokotetuista karjuista ja lähettää ne ulkopuoliseen laboratorioon androstenonin kemiallista testausta varten. Näytettä, joka sisältää yli 1 µg/g androstenonia, pidetään karjunhajuisina. Tällä testausmenetelmällä saadaan mitattavissa oleva indikaattori ruhossa esiintyvän karjunhajun tasosta. Kemiallinen testaus ei ole nopea testausmenetelmä, joten karjunhajuisien ruhojen poiminta ja merkkauksen teuraslinjalla viivästyy. Tällainen testaus antaa todennäköisesti epätäydellisen kuvan karjunhajun tasosta GnRH-rokotetuissa sioissa, jonka seurauksena karjunhajuista lihaa voi päästä toimitusketjuun. Tämä on myös suhteellisen kallis menetelmä. Jos 1 prosentti ruhoista testataan, se maksaa noin 0,03 euroa GnRH-rokotetusta siasta saatua lihakiloa kohti. (DG SANTE 2019)

## 6. Karjunhaju

Karjunhajulla tarkoitetaan karjun lihassa esiintyvää epämiellyttävää hajua ja makua. Haju tulee esille lihaa (rasvaa) kuumennettaessa (Trautmann ym. 2016). Aistinvaraiset käsitykset karjunhajusta eroavat kuitenkin toisistaan ja tutkimukset ovat osoittaneet, että n. 25 % kuluttajista ei ole herkkiä karjunhajulle (Vanhonacker & Verbeke 2011). Naiset haistavat yleensä herkemmin karjunhajun, mutta myös ihmisen perimä vaikuttaa hajun aistimisherkkyyteen (Aluwé ym. 2018, Font-i-Furnols ym. 2020, Lundström ym. 2009).

Karjunhajua aiheuttavia rasvaliukoisia yhdisteitä ovat pääasiassa androstenoni ( $5\alpha$ -androsten-16-ene-3-one) ja skatoli (3-methyl-indole) (Jensen 2006). Androstenonia muodostuu kivesten Leydigin soluissa, josta se kulkeutuu veren mukana rasvakudokseen, jonne se varastoituu. Androstenoni on uroksen feromoni ja se haisee virtsalta ja hientä (Bonneau 1982, Zamaratskaia & Squires 2009).

Skatolia muodostuu suoliston bakteerien hajottaessa tryptofaania (Andresen 2006, Xue & Dial 1997). Skatolin haju muistuttaa naftaliinia ja ulostetta. Imisillä ja leikoilla skatolin raja-arvo silavassa ylittyy vain harvoin, vaikka suoliston mikrobisto on hyvin samanlainen eri sukupuolilla (Wesoly & Weiler 2012). Tämä voi johtua hormonien vaikutuksesta. Skatolin aineenvaihdunta (imeytyminen, varastointi ja hajotus) maksassa on ilmeisesti hitaampaa karjuilla kuin leikoilla tai imisillä (Babol ym. 1999, Claus ym. 2003). Skatolin määrään voidaan vaikuttaa ruokinnalla, vedellä, puhtaudeella ja ympäristöolosuhteilla (Jensen 2006, Wesoly & Weiler 2012, Zamaratskaia ym. 2018). Tutkimuksissa on todettu, että siirtyminen vähemmän valkuaisista sisältävään, viljapohjaiseen rehuun vähintään 4 päivää ennen teurastusta vähentää skatolitasoja (Møller & Maribo 2013).

Karjunhajuseksi liha määritellään silloin kun raja-arvot androstenonille 0,5 tai 1,0  $\mu\text{g/g}$ , ja/tai skatolille 0,10, 0,20 tai 0,25  $\mu\text{g/g}$  rasvakudosta ylittyvät (Bonneau ym. 1992, Font-i-Furnols ym. 2020). Liha, jossa androstenoni ja skatolipitoisuudet jäävät alle näiden raja-arvojen määritellään kaupallisesti käyttökelpoiseksi. Suhteellisen suuri vaihteluväli androstenonilla johtuu todennäköisesti yksilöllisistä eroista androstenonin havaitsemisessa (Lundström ym. 2009).

Muita yhdisteitä, joiden on todettu vaikuttavan karjunhajun muodostumiseen, ovat mm. androstenoli (Brennan ym. 1986), indoli (Heyrman ym. 2017) ja 4-phenyl-3-buten-2-one (Rius Sole & García Regueiro 2001). Näiden merkitys on kuitenkin vähäinen, johtuen niiden vähäisestä hajusta tai heikosta rasvahakuisuudesta (Zamaratskaia 2004).

### 6.1. Karjunhajun määrä ja esiintyminen

Karjunhajuun määrään vaikuttavat mm. sikarotu, sian ikä ja paino, rehu, valo ja muut ympäristöolosuhteet sekä vuodenaika (Bonneau 1982, Claus ym. 1983, Heyrman ym. 2017, Trudeau ym. 1988, Xue & Dial 1997). Fàbrega ym. (2011) tutkimuksessa teuraspainon noustessa (105, 120 tai 130 kg) myös rasvanäytteiden androstenoni- ja skatolitasot nousivat. Heyrman ym. (2021) mukaan karjunhajua on enemmän talvella kuin kesällä. Tosin Heyrman ym. (2017) tutkimuksessa ruhojen karjunhajun määrä lisääntyi ulkoilman lämpötilan noustessa. Karjuilla on myös yksilökohtaisia eroja karjunhajun määrässä. Jotkut karjut voivat haista voimakkaasti, osa lievemmin ja osa ei ollenkaan. Karjunhajua voi esiintyä myös leikkojen ja imisien lihassa, vaikka ominaisuus on pääasiassa karjujen (Prusa ym. 2011, Xue & Dial 1997).

Karjunhajun esiintyvyyteen voidaan vaikuttaa jalostuksella, teurasiällä ja -painolla, ruokinnalla ja kasvatusolosuhteilla, kuten karsinoiden puhtaudella ja kasvattamalla sikoja pahnueittain vieroituksesta teurastukseen (Aluwé ym. 2011a, 2017, Brinke ym. 2021, 2022, Fredriksen ym. 2006, Heyrman ym. 2017, Jensen 2006). Van Wagenberg ym. (2013) alankomaalaisessa tutkimuksessa alhaisempi tilatason karjunhajun esiintyvyys liittyi pienempään ryhmäkokoön, pienempään karsinan pinta-alaan karjua kohden ja uudempaan sikalatekniikkaan. Karjunhajun esiintyvyyttä vähensi myös vapaa ruokintaa viimeisellä jaksolla ennen teuraaksi toimitusta ja pidempi paastojakso ennen teurastusta. Karjunhajun riski väheni, jos pienempi osa karjuista oli puhdasrotuisista emälinjan emakoista tai Pietrain isälinjan karjuista (van Wagenberg ym. 2013).

Karjunhajuisten ruhojen esiintymisen riskiä voidaan vähentää määrittämällä kullekin rodulle optimaalinen teuraspaino (Alluwé ym. 2011a, Patterson & Lightfoot 1984). Korkeita skatoli- ja androstenonitasoja löytyy kuitenkin myös nuorten karjujen rasvasta (ikä 110 päivää, elopaino 75 kg) (Aldal ym. 2005). Babol ym. (2004) tutkimuksessa Duroc-rotuisilla karjuilla korkeimmat skatolipitoisuudet havaittiin 310 päivän iässä, kun maatiaisilla ja Yorkshire rotuisilla karjuilla korkein taso oli jo 260 ja 190 päivän iässä. Myös indolipitoisuus on riippuvainen iästä ja rodusta (Babol ym. 2004).

Laajassa eurooppalaisessa Walstra ym. (1999) karjunhajua koskevassa tutkimuksessa yli 60 %:lla karjuista androstenonitasot olivat yli 0,5 µg/g (matala) ja noin 30 %:lla yli 1,0 µg/g rasvaa (korkea). Fàbrega ym. (2011) tutkimuksessa korkean tason androstenonipitoisuuksia oli 16–22 %:lla karjuista. Yhdysvaltalaisessa Prusa ym. (2011) tutkimuksessa teurastamoilta kerätyssä aineistossa 55,8 % karjujen näytteistä ylitti androstenonin korkean raja-arvon. Espanjalaisia karjuja koskevassa tutkimuksessa androstenonipitoisuus oli 87,4 %:ssa näytteistä matala, 7,1 %:ssa näytteistä keskitasolla (0,50–1,00 µg/g rasvaa) ja 5,5 % näytteistä korkea (Borrisser-Paró ym. 2016a).

Walstra ym. (1999) eurooppalaisia karjuja koskevassa tutkimuksessa skatolipitoisuus oli 15 %:lla karjuista yli 0,2 µg/g ja yli 10 %:lla yli 0,25 µg/g rasvaa. Maiden välillä oli kuitenkin suuria eroja. Hollannissa ja Espanjassa noin 20 %:lla karjuista skatolitasot olivat yli 0,25 µg/g, kun taas Tanskassa tämän skatolitason ylittäviä karjuja oli vain 2 % (Walstra ym. 1999). Prusa ym. (2011) tutkimuksessa karjujen näytteistä 34,2 % ylitti 0,2 µg/g skatolin raja-arvon. Myöhemmässä espanjalaisessa tutkimuksessa (Borrisser-Paró ym. 2016a) karjujen silavanäytteissä skatolipitoisuus oli 88,9 %:ssa näytteistä alle 0,10 µg/g (matala), 4,5 %:ssa näytteistä välillä 0,10–0,20 µg/g (keskitaso) ja 6,6 % näytteistä skatolipitoisuus luokiteltiin korkealle tasolle ≥0,20 µg/g (Borrisser-Paró ym. 2016a).

Karjunhajun esiintyvyydestä ja määrästä on paljon erilaisia tutkimustuloksia. Aikaisemman tutkimuksen mukaan (Bonneau ym. 1992) karjunhajuista ruhoja on noin 10 %:lla sukukypsistä karjuista. Prusa ym. (2011) tutkimuksessa koulutettu paneeli arvioi karjunhajun määrää kuumennetuista näytteistä ja karjujen silavanäytteistä 59,2 % ja lihanäytteistä 31,7 % sai panelisteilta korkeita karjunhajun pisteitä. Muissa tutkimuksissa karjujen ruhoista on aistinvaraisessa arvioinnissa luokiteltu karjunhajuiseksi 0,0–18,5 % (Allison ym. 2011, Aluwé ym. 2015, Heyrman ym. 2018, 2021, Mathur ym. 2012). Erään eurooppalaisen teurastamon mukaan karjunhajuisten ruhojen osuus vaihtelee 0,5–6 %:n välillä päivittäin ja 0–10 % välillä erää kohti. Alankomaalaisessa tutkimuksessa karjunhajun esiintyvyys oli hieman yli 3 % (DG SANTE 2019). Herman Vermeerin (2023) mukaan Alankomaissa karjunhajuisten ruhojen määrä

teurastamoilla on vähentynyt viimevuosina ja nykyisin karjunhajuisia ruhoja esiintyy vain 1–2 %, joka ei teurastamoiden mukaan ole enää ongelma.

### 6.1.1. Karjunhajun esiintyminen GnRH-rokotetuilla karjuilla

Škrlep ym. (2010) tutkimuksessa tarkasteltiin saman pahnueen leikkojen, GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen ja karjujen silavanäytteiden androsenoni ja skatolipitoisuuksia. Siat teurastettiin 24 viikon iässä elopainon ollessa noin 117–122 kg. Kaikissa silavanäytteissä androstenonipitoisuus oli laboratoriomenetelmän havaitsemisrajan alapuolella. Silavanäytteiden skatolipitoisuus oli leikoilla ja GnRH-rokotetuilla karjuilla melko alhainen, kun taas karjujen rasvanäytteiden pitoisuudet olivat korkeammat (Taulukko 3) (Škrlep ym. 2010).

**Taulukko 3.** Sikojen silavanäytteiden skatoli- ja androstenonipitoisuudet (keskiarvo±SE) (Škrlep ym. 2010).

|                     |              | GnRH-rokotetut karjut | Karjut        | P     |
|---------------------|--------------|-----------------------|---------------|-------|
| N                   | 24           | 24                    | 25            |       |
| Skatoli (ng/g)      | 38,2 ± 4,44a | 39,2 ± 3,08a          | 231,4 ± 76,1b | 0.006 |
| Androstenoni (µg/g) | ha           | ha                    | 1,48 ± 0,19   |       |

ha – havaitsemisrajan alapuolella (0,04 µg/g rasvaa), keskiarvot, joissa on eri kirjaimet samalla rivillä, ovat merkitsevästi erilaisia (P<0.05).

Fazarinc ym. (2023) tutkimuksessa 81,8 %:lla karjuista silavanäytteen androstenonitaso oli yli raja-arvon (0,5 g/g), mutta GnRH-rokotteella kastroiduilla karjuilla korkeita androstenonipitoisuuksia sisältäviä ruhoja oli vain 4,3 %. Karjut olivat pääasiassa rodun Pietrain risteytyksiä. Androstenonitasot korreloivat negatiivisesti GnRH-vasta-ainetasojen ja positiivisesti testosteronitasojen ja lisääntymiselinten painojen kanssa (Fazarinc ym. 2023). Poulsen Nautrup ym. (2018) meta-analyysitutkimuksen mukaan GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen karjunhajuisten ruhojen riski on samanlainen kuin leikoilla.

Helsingin Yliopiston ja MTT:n yhteisessä FINCAS-projektissa (2015) selvitettiin GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen ruokintaa ja karjunhajun esiintymistä. Hankkeessa kasvatettiin teuraaksi 516 karjaa, joista puolet rokotettiin karjunhajua vastaan GnRH-rokotteella viikoilla 16 ja 21. Kontrolliryhmän karjut saivat samaan aikaan injektion suolaliuosta (Peltoniemi ym. 2015). Teurastuksen yhteydessä (ikä noin 25 viikkoa) otetuissa silavanäytteissä karjunhajua (androstenoni >1 µg/g ja skatoli >0,2 µg/g) esiintyi 32 %:lla karjuista (Oliviero ym. 2016). Karjunhajuiset ruhot olivat peräisin kontrolliryhmästä. 16 viikon ikäisiltä lihasioilta otettiin myös biopsianäytteitä, joissa ei todettu raja-arvoja ylittäviä androstenoni- tai skatolipitoisuuksia. Tästä voidaan päätellä, että karjunhaju muodostuu vasta 16. kasvatusviikon jälkeen (Oliviero ym. 2016, Peltoniemi ym. 2015).

## 7. Karjunhajun havaitsemismenetelmät teurastamolla

Karjunhajun aiheuttamia ongelmia lihasikakarjujen kasvatuksessa ei ole vielä saatu kokonaan ratkaistua. Karjunhajuisten ruhojen poimiminen teuraslinjalta edellyttää menetelmää, joka on nopea ja luotettava. Ratkaisua tähän ongelmaan on etsitty monissa tutkimuksissa (Burgeon ym. 2021). Eurooppalaisissa teurastamoissa eniten käytetty ja parhaana pidetty menetelmä karjunhajun toteamiseen on edelleen jokin muunneltu ihmisenämenetelmästä (Bekaert ym. 2013, Font-i-Furnols 2020). Vaikka mikään havaitsemismenetelmä ei ole täysin varma, tällä menetelmällä saadaan riittävän tarkkoja tuloksia, kun se toteutetaan oikein. Myös useita kemiallisia testausmenetelmiä on kehitteillä, mutta niitä ei ole vielä yleisesti käytössä teurastamoilla (Burgeon ym. 2021).

### 7.1. Ihmisenämenetelmä

Ihmisenämenetelmä tarkoittaa menetelmää, jossa koulutetut testaajat kuumentavat ja haistavat rasvanäytteen jokaisesta ruhosta (Bekaert ym. 2013). Tästä menetelmästä on olemassa erilaisia versioita. Teurastamot käyttävät kuuma ilma/kuumarauta -tekniikkaa tai kaasukäyttöisiä juotoskolveja teuraslinjalla tapahtuvaan testaukseen. Teuraslinjan ulkopuolisia testausmenetelmiä ovat kuumavesi- tai mikroaaltokuumennusmenetelmät (Bekaert ym. 2013). Ruhoista voidaan myös kerätä silavanäytteitä, jotka lähetetään laboratorioon analysointia varten (DG SANTE 2019).

Karjunhajun testaus tapahtuu sen jälkeen, kun ruhot on leikattu kahtia, ennen ruhojen jäädyttämistä. Näytteenä käytetään niskasilavaa, koska se on helposti saatavilla ja sitä voidaan lämmittää vahingoittamatta ympärillä olevaa lihaa. Jotkut tekniikat lämmittävät myös osan rasvaa ympäröivästä lihaksesta, jolloin hajua testataan sekä rasvasta, että lihasta. Vatsarasvaa ei käytetä karjunhajun rasvanäytteenä, koska on todettu, että se johtaa todennäköisemmin virheisiin karjunhajun havaitsemisessa. (DG SANTE 2019)

#### 7.1.1. Testaajien valinta ja koulutus

Ihmisenämenetelmää käytettäessä tarvitaan riittävästi koulutettua henkilöstöä testaukseen. Menetelmässä on otettava huomioon teurastuslinjan nopeus ja odotettu teurastettavien karjujen määrä. Testaajien määrä riippuu teurastuslinjan nopeudesta. Hitaammalla teuraslinjalla voi riittää yksi testaaja, jolloin käsittelyn nopeus on noin 500 karjua tunnissa. Nopeammalla teuraslinjalla tarvitaan kaksi testaajaa. Ihmisenämenetelmän käyttö on kannattavaa silloin, kun teurastamossa teurastetaan karjuja koko ajan. Testaajan työ voi olla epämiellyttävää. Testaajien tulee voida pitää taukoja ja yleensä testaaja vaihtuu säännöllisesti 30 minuutin välein. (DG SANTE 2019)

Testaajien valinta on tärkeää, koska jotkut ihmiset eivät pysty havaitsemaan androstenonia ja toiset ihmiset ovat sille yliherkkiä. Testaajia ei tule valita kummastakaan näistä ryhmistä. Arvioidakseen yksilöiden kykyä toimia testaajina teurastamot käyttävät hajusarjoja. Testaajien koulutuksessa on tärkeää, että testaajat, karjunhajun luokittelun lisäksi, pystyvät erottamaan karjunhajun muista vastaavista hajuista. Karjuissa voi esiintyä muita hajuja, jotka eivät vaikuta lihan laatuun, mutta jotka voidaan sekoittaa karjunhajuun. (DG SANTE 2019)

Monet ihmisnenämenetelmää käyttävät teurastamot käyttävät määritykseen omaa karjunhajuun testaamiseen koulutettua henkilökuntaansa. Hollantilaisen teurastamon arvion mukaan testaus maksaa alle euron testiä kohti. Teurastamot voivat myös käyttää muiden teurastamoiden koulutettuja testaajia. Ulkopuoliset konsultit veloittavat yleensä tunneittain. Alankomaissa ulkopuolisen konsultin käyttäminen ihmisnenätestauksessa arvioitiin maksavan noin 2,10 euroa ruhoa kohti. Ulkopuolisia konsultteja, jotka tarjoavat koulutusta ja palveluja ihmisnenämenetelmän käyttöönotossa, ovat ELFI Analytik GbR, SGS ja DLG e.V. Saksassa, Tanskan teknologiainstituutti Tanskassa, ILVO Belgiassa ja Kiwa CMR Alankomaissa. (DG SANTE 2019)

### **7.1.2. Tottumisen estäminen**

Testaajat voivat tottua karjunhajuun ajan myötä, ja sen vuoksi kyky havaita karjunhajua voi heikentyä. Tämän vuoksi teurastamot käyttävät erilaisia ratkaisuja tottumisen ehkäisemiseksi. Karjunhajuun testaajat pitävät säännöllisin väliajoin taukoja ja testaajat pitävät taukoa myös sen jälkeen, kun karjunhajuinen ruho on havaittu. Jotta testaajat voivat pitää taukoja, on teurastamolla oltava useita koulutettuja testaajia käytettävissä aina, kun teuraslinja toimii. Testaajat pitävät taukoja 20–30 minuutin välein. Joskus taukotiheyteen vaikuttaa testattujen sikojen lukumäärä (esim. 100 kpl). Testaaja, joka on vapautettu "ihmisnenän" roolistaan, voi tehdä sillä aikaa jotain muuta työtä teuraslinjalla, kunnes hänet kutsutaan takaisin karjunhajuun testaukseen. (DG SANTE 2019)

Karjunhajuun tottumisen ehkäisemiseksi voidaan käyttää myös nenäpuhdistusainetta, kuten kahvinporoja tai mentolia. Näitä aineita voidaan haistella näytteiden välillä, jolloin testaaja voi "nollata" nenänsä ennen työskentelyn jatkamista. Puhdistusaineen käyttöä ei välttämättä ole helppo integroida nopeaan testaukseen teuraslinjalla. (DG SANTE 2019)

### **7.1.3. Kuumailma/kuumarauta-menetelmä (teuraslinjalla)**

Tässä menetelmässä karjunhajuun testaaja asettaa niskasilavaa kuumentavan testauslaitteen sianruhon kaulaa vasten 2–3 sekunniksi. Tämän jälkeen testaaja haistaa ruhoa ja arvioi, onko siinä karjunhajua ja tulos kirjataan. Testaajat käyttävät kädessä pidettäviä kuumailmalaitteita, joihin voidaan asentaa ohjuri. Ohjuri auttaa suuntaamaan ja vakauttamaan testaajan käden ja vakioi lämmityslaitteen ja ruhon välisen etäisyyden. Kuumailmapuhaltimen käyttö niskarasvan kuumentamisessa mahdollistaa nopean testauksen, mutta laitetta käyttävät testaajat voivat olla vaarassa saada palovammoja. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää kädessä pidettävää juotinta, jossa on kuuma metallikärki. Nämä laitteet ovat edullisia, mutta ne tarvitsevat sähköliitäntään. (DG SANTE 2019)

### **7.1.4. Kaasukäyttöinen rauta (teuraslinjalla)**

Tämä menetelmä on suurelta osin samanlainen kuin kuuma ilma/kuuma rauta -menetelmä. Tässä menetelmässä käytetään kaasuliekkiä sianruhon kaulan rasvan lämmittämiseen tai kaasuliekki lämmittää metallilevyä, jota käytetään ruhon rasvan lämmittämiseen. Kaasukäyttöiset juotosraudat ovat pieniä, kannettavia ja langattomia (Bekaert ym. 2013). Ne mahdollistavat nopean testauksen teuraslinjalla. Laitteet ovat johdottomia, edullisia ja helposti siirrettäviä. Avotulen käyttö voi aiheuttaa palamis- ja tulipalovaaran.

### **7.1.5. Kuumavesimenetelmä (teuraslinjan ulkopuolella)**

DG SANTE (2019) raportin mukaan teuraslinjan ulkopuolisista testausmenetelmistä suosituin oli kuumavesimenetelmä, jota käytetään sekä testausmenetelmänä, että laadunvalvontamenetelmänä. Ruhon niskarasvasta otetaan 5 gramman näyte, joka viedään testaahuoneeseen tai toimitetaan laboratorioon. Näyte pannaan koeputkeen, dekanterilasiin tai näytepulloon ja sen päälle kaadetaan kiehuvaa vettä, jonka jälkeen näyteastia peitetään. Kun näyte on jäähtynyt hieman (noin 80 °C), näyteastia avataan ja testaaja haistelee näytettä määrittääkseen, onko siinä karjunhajua (Meinert ym. 2011).

### **7.1.6. Mikroaaltomenetelmä (teuraslinjan ulkopuolella)**

Myös mikroaaltomenetelmää käytetään sekä testausmenetelmänä, että laadunvalvontamenetelmänä. Ruhon niskarasvasta otetaan 5–20 gramman näyte, joka viedään testaahuoneeseen tai toimitetaan laboratorioon. Näyte laitetaan astiaan, joka peitetään kannella ja näytettä kuumennetaan mikroaaltouunissa (Bekaert ym. 2013). Tämän jälkeen astian kansi avataan ja testaaja haistaa näytettä määrittääkseen, onko siinä karjunhajua.

Nämä menetelmät ovat edullisia ja ne soveltuvat pienempiin teurastamoihin, joissa käsitellään vähemmän karjuja. Nämä ovat myös luotettavia menetelmiä ruhojen uudelleen tarkastamiseksi osana teuraslinjatestauksen laadunvalvontamenettelyjä. Näiden menetelmien käyttö edellyttää luotettavaa numerointijärjestelmää näytteille ja ruhoille varmistamaan, että näytteet ja ruhot täsmäävät oikein. (DG SANTE 2019)

## **7.2. Karjunhajun havaitsemisen asteikot**

Teurastamot, jotka käyttävät ihmisenämenetelmää, käyttävät erilaisia asteikkoja karjunhajun voimakkuuden kuvaamiseen. Nämä asteikot ovat yksi työkaluista, joiden avulla voidaan erottaa karjunhajun eri tasot, mikä voi tarjota enemmän vaihtoehtoja karjunhajuksen lihan markkinointiin eri käyttötarkoituksiin karjunhajun luokituksen mukaan. (DG SANTE 2019)

### **7.2.1. Binääriasteikot**

Jotkut teurastamot käyttävät yksinkertaista kyllä/ei luokitusta, jolloin testaajien tarvitsee vain selvittää, onko karjunhaju havaittavissa vai ei. Tämä yksinkertainen luokitus helpottaa testaajien kouluttamista, mutta se rajoittaa karjunhajuksen lihan jalostusta ja markkinointia. Tämä menetelmä edellyttää, että toimijoilla on johdonmukainen ja yhteinen käsitys karjunhajun havaitsemisen kynnsarvosta. (DG SANTE 2019)

### **7.2.2. Monitasoiset asteikot**

Jotkut teurastamot haluavat testaajien arvioivan karjunhajun esiintymistä asteikolla 0–4, jossa 0 tarkoittaa "normaalia sianlihan hajua" ja 4 "voimakasta karjunhajua" (Mathur ym. 2012). Heyrman ym. (2017) tutkimuksessa niskarasvanäytteistä arvioitiin karjunhaju käyttämällä kuumarautatekniikkaa ja kahdeksan pisteen asteikkoa. Monitasoisen luokittelun avulla voidaan antaa yksityiskohtaisempaa palautetta kasvattajille, jalostajille ja rehuteollisuudelle kuin käytettäessä binääristä (kyllä/ei) asteikkoa. Menetelmä täyttää myös teurastamon asiakkaiden ja loppukuluttajien vaatimukset. Monitasoisen asteikon avulla voidaan tunnistaa paremmin rajatapauksena pidettävät ruhot, jotka on ehkä testattava uudelleen ennen luokittelua.

Monitasoisen asteikon käyttö edellyttää perusteellista koulutusta ja tehostettuja laadunvarmistustarkastuksia. (DG SANTE 2019)

Koulutetut testaajat tarkastavat kaikki teurastamalla käsitellyt ruhot. Niskarasvaa kuumennetaan 2–3 sekunnin ajan juotosraudalla (370 °C), jonka leveys on 6 mm ja pituus 20 mm. Tarkastus tapahtuu teurastuslinjalla teurastusnopeudella. Ruhojen karjunhajun pisteytysjärjestelmä on seuraavanlainen:

- 0 = Normaali sianlihan tuoksu
- 1 = Poikkeava haju, mutta ei karjunhajua
- 2 = Heikko karjunhaju
- 3 = Karjunhaju
- 4 = Vahva karjunhaju. (DG SANTE 2019)

Ruhot, joiden arvo on 3 tai 4 luokitellaan karjunhajuisiksi. Testaajia koulutetaan laboratoriossa kolme päivää ja teurastuslinjalla kouluttajan rinnalla 5–6 viikkoa. Koulutus sisältää karjunhajun havaitsemisen lisäksi myös muita asioita, kuten ruhojen luokittelumenettelyjä. Karjunhajun testaajat koulutetaan palkkaamisen yhteydessä ja sen jälkeen heitä koulutetaan lisää säännöllisesti. (DG SANTE 2019)

### 7.2.3. Laadunvalvonta

Useiden testaajien käyttö vähentää virheellisiä tulkintoja. Kun yksi testaaja havaitsee karjunhajun ja ruho tunnistetaan karjunhajuiseksi, otetaan näyte ja toinen testaaja vahvistaa karjunhajun. Tällä menetelmällä vältetään vääriä positiivisia tuloksia ja vahvistetaan karjunhajuinen näyte. Jos toisenkin testauksen jälkeen on epävarmuutta testin tuloksesta tai jos tietyssä eläinerässä on ollut suuri määrä karjunhajuisia ruhoja, voidaan näyte testata vielä kolmannen kerran. (DG SANTE 2019)

Laadunvalvontaan kuuluu myös rinnakkaiset testaukset. Teurastamot voivat laatia rinnakkaisia testauksia koskevia ohjeistuksia. Niitä tulisi tehdä säännöllisesti, esimerkiksi testaamalla karjunhajuisesta ruhoista otettu näyte uudelleen viikoittain. Testaustulosta voidaan verrata myös laboratorionäytteen analyysitulokseen. Testaus voidaan varmistaa myös ylimääräisellä ihmisenämenetelmä testauksella. Näitä tietoja voidaan käyttää yksittäisten testaajien vertailuun ja sen varmistamiseen, että havaitseminen on johdonmukaista ja luotettavaa. Rinnakkaisten testauksen käyttö vahvistaa luottamusta tunnistusjärjestelmään. Teurastamot voivat tehdä myös tilastollisia analyysejä, joissa karjunhajun päiväkohtaisia havaitsemistietoja verrataan keskenään ja testaajakohtaisia tietoja verrataan toisiinsa. Näin voidaan havaita mahdollisia epäjohdonmukaisuuksia, joihin voidaan sitten puuttua esimerkiksi kouluttamalla testaaja uudelleen. (DG SANTE 2019)

### 7.2.4. Ohjeistus

Karjunhajun testausta varten on ohjeistusta, joita on yhdenmukaistettu eri sertifioidun ja eri maiden välillä. Ohjeistuksessa edellytetään, että karjunhajun testauksessa käytetty menetelmä täyttää tietyt kriteerit, menetelmät on dokumentoitu hyvin, henkilöstö on asianmukaisesti koulutettu ja että testauksen laatua valvotaan (QS's guide to slaughter). Ihmisenätestauksen ohjeistuksessa määritellään, miten testi suoritetaan, kuinka kauan kukin testaaja voi kerrallaan havainnoida, miten testausta valvotaan ja miten rinnakkaiset tarkastukset suoritetaan. Testaajien tulee saada lisäkoulutusta säännöllisesti. Käytössä on menetelmiä, joilla varmistetaan, että

karjunhajuiset ruhot voidaan luotettavasti erottaa hajuttomista ruhoista. Teurastamo antaa palautetta karjujen kasvattajille ja toimittajille karjunhajun määrästä kussakin erässä. (DG SANTE 2019)

### 7.3. Muut karjunhajun määrittymenetelmät

Silavanäytteiden androstenoni- ja skatolipitoisuuden määrittämiseen käytetään kaasukromatografia-massaspektrometria ja nestekromatografiaa (Burgeon ym. 2021, García-Regueiro & Rius 1998). Heyrman ym. (2017) tutkimuksessa silavanäytteiden skatolipitoisuus vaikutti olevan parempi ennustaja karjunhajuille kuin androstenoni (Heyrman ym. 2017). Testosteronites-tausta voidaan käyttää tunnistamaan sikaryhmiä, joilla on suuri riski karjunhajuille ruhoille. Testosteroni verikoe on nopea ja halpa menetelmä, mutta siinä on riski vääriin negatiivisiin tuloksiin (DG SANTE 2019).

Teurastamot tarvitsevat menetelmän, jonka avulla karjunhajuiset ruhot pystytään riittävän nopeasti ja luotettavasti tunnistamaan teuraslinjalla. Erilaisia ratkaisuja teuraslinjalla käytettäväksi analyttiseksi menetelmäksi on kehitetty jo kauan (Aaslyng ym. 2019, Font-Furnols ym. 2020). Ratkaisuna voisi olla "keinonenä" tai muu menetelmä, jonka avulla karjunhajuinen ruho voidaan luotettavasti ja nopeasti havaita ja merkitä teuraslinjalla (Burgeon ym. 2021, Haugen 2009). Elektroninennä tekniikka perustuu ioniliikkuvuus-spektrometriaan (Ampuero ja Bee 2006, Burgeon ym. 2021, Vestergaard ym. 2006). Karjunhajun määrittämiseen voidaan käyttää myös protonisiirto-reaktiolentoaika-massa-spektrometria tekniikkaa, jossa mitataan ilmassa olevia haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (Borggaard ym. 2012).

Tanskan lihatutkimuslaitoksessa (DMRI, Danish Meat Research Institut) on kehitetty instrumentaalinen menetelmä androstenonin ja skatolin samanaikaiseen määrittämiseen karjujen silavanäytteistä (Borggaard ym. 2017). Menetelmä perustuu laserin diodiin lämpödesorptioon (LDTD) ja ilmakedän paineen kemialliseen ionisaatioon (APCI) yhdistettynä tandem massa-spektrometria (MS-MS) menetelmään. Tällä menetelmien yhdistelmällä voidaan päästä edulliseen ja nopeaan karjunhajun määrittämiseen teuraslinjalla (Støier 2019). Automaattisen näytteen esikäsittelyn avulla tällä menetelmällä voidaan määrittää karjunhajun määrä ruhoissa teuraslinjan nopeudessa (360 ruhoa tunnissa) ja 16 tuntia päivässä (Borggaard ym. 2017). Lund ym. (2021) mukaan [LDTD-MS/MS](#) on tehokas menetelmä androstenoni- ja skatolipitoisuuden määrittämiseen silavanäytteestä.

DG SANTE (2019) raportissa todetaan, että karjunhajun kemiallinen testaus teurastamoilla on vielä vähäistä. Kemiallinen testaus on, investointi- ja ylläpitokustannusten perusteella, kannattava menetelmä teurastamoille, jotka käsittelevät yli 1 000 karjua päivässä. Raportin mukaan kemiallinen testaus teuraslinjalla on käytössä vain yhdessä teurastamossa Tanskassa. Tämä menetelmä on mainittu jo aiemmin BoarCheckin raportissa vuonna 2012 (Nofima 2014). Isossa-Britanniassa ja Tanskassa testataan uusia teuraslinjalla käytettäviä kemiallisia karjunhajun havaitsemismenetelmiä ja tanskalaisten sidosryhmien mukaan uusi kemiallinen testausmenetelmä olisi pian valmis kaupalliseen käyttöön. (DG SANTE 2019)

## **7.4. Palaute karjunhajuisista ruhoista ja tarkastukset**

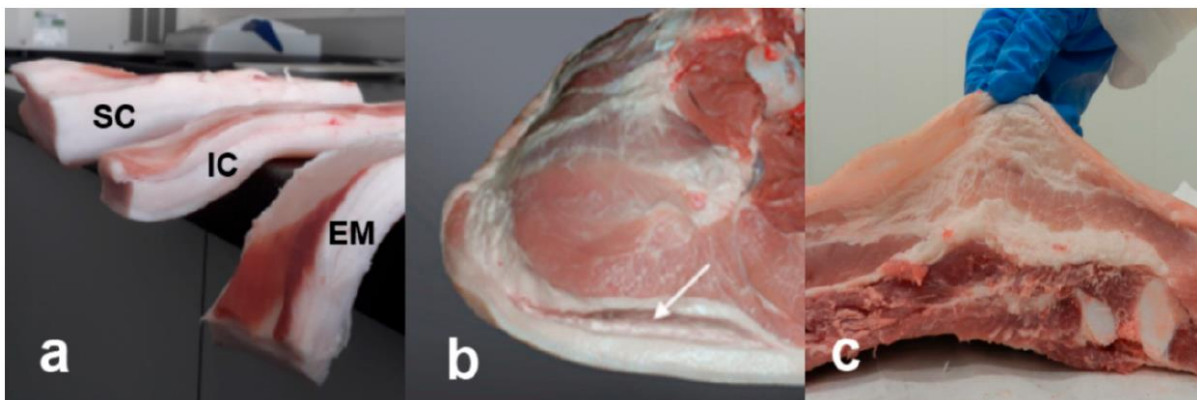
Jotkut teurastamot pitävät kirjaa kaikista ruhoista, joissa on karjunhajua sekä niiden alkupe-  
räästä. Tällöin teurastamo voi antaa palautetta karjujen kasvattajille, rehun toimittajille ja jalos-  
tusyriyksille. Palautteen antaminen auttaa kehittämään jalostus- ja ruokintaratkaisuja, jolloin  
karjunhajuisten ruhojen määrä vähenee. Seuraamusjärjestelmä, jossa karjujen tuottaja saa  
sanktioita karjunhajuisista ruhoista, voi kannustaa karjujen tuottajia investoimaan ruokinta-,  
jalostus- tai hoitoratkaisuihin, ja tästä syystä sitä voidaan pitää parhaana käytäntönä. Sanktio  
tuottajalle karjunhajuisesta ruhosta vähentää teurastamoon kohdistuvia riskejä, koska karjun-  
hajuisella lihalla on vähemmän arvoa. (DG SANTE 2019)

Erityismarkkinoilla tai tietyissä sertifiointiohjelmissa teurastamot tekevät tilakäyntejä ja tarkas-  
tuksia varmistaakseen, ettei eläimiä kastroida ja että muut eläinten hyvinvointia koskevat käy-  
tännöt ovat vaatimusten mukaisia. Tällaisia tarkastuksia tehdään esim. kerran vuodessa, ja li-  
säksi tehdään satunnaistarkastuksia riittävän valvonnan varmistamiseksi. Tila voidaan päättää  
tarkastaa myös aiemmin tehdyn tarkastuksen perusteella. Tilatarkastukset lisäävät kuluttajien  
luottamusta siitä, että tuottaja noudattaa sikojen hyvinvointia koskevia vaatimuksia. Sertifi-  
ointi voi tuoda lisäarvoa lihalle ja lisätä karjujen kasvatuksen kannattavuutta. Tarkastusohjel-  
mista aiheutuu lisäkustannuksia, jonka kattavat toimitusketjun muut toimijat. (DG SANTE  
2019)

## 8. Karjunlihan ominaispiirteet

Karjunhajun lisäksi karjujen lihan käsittelyyn liittyy muita lihan laatuun liittyviä tekijöitä. Pauly ym. (2009) tutkimusaineistossa karjujen teurassaantoprosentti oli pienempi kuin GnRH-rokotteella kastroiduilla karjuilla tai leikoilla. Painon jakaantuminen ruhossa on myös karjuilla erilainen kuin leikoilla. Karjujen ruhossa on noin 500 g enemmän painoa etuosassa ja vähemmän painoa kinkussa (Aaslyng ym. 2019). Karjujen ruhojen lihaprosentti on kuitenkin parempi eli leikkojen ruho on rasvaisempi, mikä johtaa alhaisempaan ruhon myyntihintaan (Aaslyng ym. 2019). Andersson ym. (1997) tutkimuksessa karjujen lihaprosentti oli 4,1 % suurempi kuin leikoilla. Päivitettyä Autofom III -tietoa eri sukupuolten ruhojen ominaisuuksista on Kress ym. (2020) artikkelissa. Karjujen suurempi aktiivisuus voi johtaa lihan korkeampaan pH-arvoon, koska lihaksen glykogeeni vähenee ennen teurastusta (Sather ym. 1995). Sikojen aggressiiviset yhteenotot voivat aiheuttaa DFD-lihan (dark=tumma, firm=kiinteä, dry=kuiva) kehittymiseen glykogeenin vähenemisen seurauksena (Čobanović ym. 2017).

Karjujen liha ei ole niin mureaa kuin leikkojen liha ja sen valkuaispitoisuus on alhaisempi (Aaslyng ym. 2019). Karjujen lihan laatua huonontaa lihaksen sisäisen rasvan väheneminen ja lisääntynyt tyydyttymättömän rasvan osuus (Bee ym. 2020). Kirurgisen kastroidin vaikutusta ruhon ja lihan laadun ominaisuuksiin on tarkasteltu mm. Lundström ym. (2009) ja Xue ym. (1995, 1996b) tutkimuksissa. Leikkojen pitkän selkälihaksen (*Longissimus dorsi*) lihaksen sisäinen rasvapitoisuus on korkeampi kuin karjuilla, mikä lisää lihan mehukkuutta. Leikkojen silavassa on vähemmän vettä, enemmän tyydyttäneitä (SFA) ja vähemmän monitydyttymättömiä (PUFA) rasvahappoja kuin karjujen silavassa, mikä tekee leikkojen lihan rasvasta kiinteämpää ja vähemmän altista härskiintymiselle (Pauly ym. 2012). Karjunlihan rasvan pehmeys näkyy taipumistestissä (Kuva 5a. Škrlep ym. 2020). Lisäksi karjunlihasta valmistetuissa emulsiotyyppisissä lihavalmisteluissa on raportoitu rakenteen heikkenemistä, joka voi johtua esim. rasvan pehmeystä tai lihan vedenpidätyskyvyn muutoksista leikkojen lihaan verrattuna (Kuva 5b ja c, Škrlep ym. 2020).



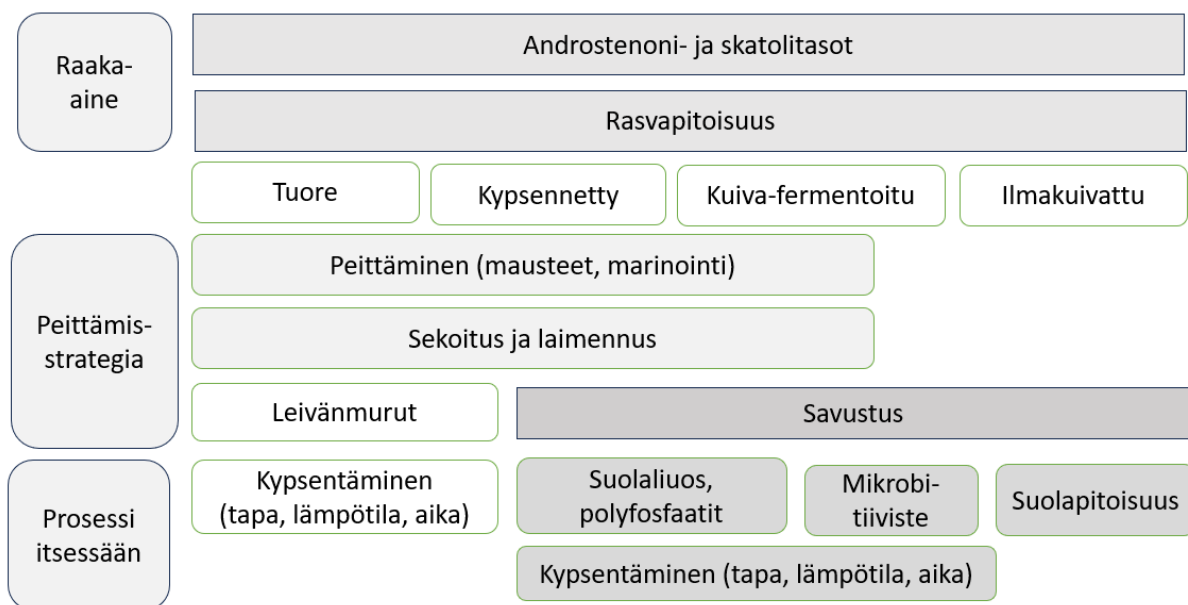
**Kuva 5.** (a) leikosta (SC) ja GnRH-rokotteella kastroidusta karjusta (IC) peräisin olevan lihan rasvaosa on jäykempää kuin karjusta (EM) peräisin olevan lihan rasvaosa. Karjun kinkussa (b) ja kuvelihassa (c) liha ja rasvaosa voivat pysyä koossa huonosti (Škrlep ym. 2020).

Tutkimukset tuotantotuloksista (Fàbrega ym. 2010), sekä lihan ja ruhojen laadusta ja aistinvaraisista ominaisuuksista (Font-i-Furnols ym. 2008, 2009) osoittavat, että Improvac-rokote on toimiva vaihtoehto kirurgiselle kastroitulle. GnRH-rokotteella kastroidujen karjujen ruhon laatu on parempi kuin leikoilla ja lihan laatu on samankaltainen kuin leikoilla (Pauly ym. 2012,

Poulsen Nautrup ym. 2018). Gispert ym. (2010) tutkimuksen mukaan Improvac-rokotus vähensi karjunhajuja vaikuttamatta muihin lihan laatumuuttujiin. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen silavan paksuus oli lantion alueella samantyyppinen kuin leikoilla ja kinkun alueella samantyyppinen kuin imisillä. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen lihaprosentti oli pienempi kuin karjuilla. Baltorek ym. (2012) lihan laatua koskevissa tutkimuksissa todettiin, että GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen lihassa on suurempi valuma, matalampi lihan pH ja korkeampi L-arvo kuin karjujen lihassa.

## 8.1. Karjunhajuisten ruhojen erottelu teuraslinjalla, käyttö ja käsittely

Karjunhajun luokittelu teuraslinjalla mahdollistaa karjunhajuisten ja normaalihajuisten ruhojen erilaisen jatkokäsittelyn (kuva 6). Karjunhajuisten ruhojen merkitseminen teuraslinjalla voi tapahtua sähköisesti nappia painamalla. Suuret teurastamot Saksassa käyttävät järjestelmää, jossa on sirullisia koukkuja, joiden avulla karjunhajuiset ruhot voidaan ohjata eri raiteille. Tämä sähköinen järjestelmä huolehtii myös karjunhajuisten ruhojen kirjanpidosta. Karjunhajuiset ruhot voidaan erotella myös manuaalisesti esim. sitomalla ruhon jalkaan narunpätkä tai leimaamalla ruho. Teurastamoiden kylmävarastossa on oltava riittävästi tilaa, jotta erilaiset ruhot voidaan pitää erillään. (DG SANTE 2019)



**Kuva 6.** Karjunhajun aistimukseen vaikuttavia tekijöitä lihavalmistuksessa (Škrlep ym. 2020).

Karjunhajuista lihaa voidaan käyttää esim. tiettyihin jalostettuihin tuotteisiin tai karjunhajuiset ruhot voidaan myydä erikoismarkkinoille. Karjunhajuista lihaa voidaan käyttää esim. kylmätuotteisiin, joissa karjunhaju ei tule esille. Kylmätuotteisiin soveltuvan karjunhajuksen lihaan vaikuttavat lihan karjunhajun määrä ja taso sekä tuotteen rasvapitoisuus, koska karjunhajuja tuottavat yhdisteet kertyvät enimmäkseen rasvaan. Jotkut kylmänä tarjottavaksi tarkoitetut tuotteet voivat joissakin tapauksissa päätyä nautittavaksi lämpimänä, kuten esim. silloin kun kylmätuotetta käytetään pitsan raaka-aineina. (DG SANTE 2019, Škrlep ym. 2020)

Karjunhajuinen liha voidaan myös käsitellä tavalla, joka vähentää karjunhajun havaittavuutta (Martínez ym. 2016, Tørngren ym. 2011, 2012, Škrlep ym. 2020, Taulukko 4). Eri maissa

käytetään erilaisia käsittelymenetelmiä ja niiden käyttökelpoisuus riippuu viime kädessä paikallisista käsittelykäytännöistä ja siitä, miten herkästi kuluttajat aistivat karjunhajuksen lihan. Iso-Britanniaa ja Skandinavian maita pidetään suvaitsevaisempina karjunhajuiselle lihalle, mutta Italiaan ja Aasian markkinoille karjunhajuista lihaa ei voida myydä. (DG SANTE 2019)

**Taulukko 4.** Yhteenveto mahdollisista menetelmistä vähentää karjunhajun aistimusta lihavalmisteeissa karjunhajutasoittain ja lihavalmistetyypeittäin (Škrlep ym. 2020).

| Lihavalmiste             | Karjunhajutaso     | Peittämiskyky ilman menetelmää <sup>1</sup> | Menetelmä   |
|--------------------------|--------------------|---|---|
| Ilmakuivattu kinkku      | Matala-Keskitaso   | +   | Ruhojen esivalinta.<br>Varovaisuutta suolan vähentämisessä ja pitkä kypsytysprosessi tarvitaan.   |
|                          | Korkea             | +   | Ei suositella.  |
| Kuivafermentoitu makkara | Alhainen-Keskitaso | +++   | Mikrobikannan lisäys (esim. hiiva) yhdistettynä pitkään kypsytysprosessiin (Corral ym. 2017) tai nopeaan hapattamiseen (Stolzenbach ym. 2009). Savun käyttö (Stolzenbach ym. 2009). Erilaisten menetelmien yhdistäminen on tehokkaampaa.  |
|                          | Korkea             | +   | Laimentaminen sekoittamalla lihaan, jossa ei ole karjunhajua (Meier-Dinkel ym. 2016). Vähemmän rasvaa sisältävien lihaosien hyödyntäminen (Lundström ym. 2009, Wauters ym. 2017). Kotona valmistaminen ja korkeat tarjoilulämpötilat eivät ole suositeltavia (Lundström ym. 2009).  |
| Tuore liha               | Alhainen-Keskitaso | +   | Pitkäaikainen kypsennys korkeassa lämpötilassa ja olosuhteet, jotka mahdollistavat karjunhajua aiheuttavien yhdisteiden haihtumisen: paistaminen öljyssä (Peñaranda ym. 2017). Suositellaan voimakasaromisten, eteerisiä öljyjä sisältävien mausteiden, nestemäisen savun (Lunde ym. 2008) ja näiden yhdistelmien käyttöä (Borrisser-Pairó ym. 2017, Egea ym. 2018, Danish Technological Institute 2020). Peittämistä voidaan käyttää silloin, kun lihassa on vähän tai kohtalaisesti karjunhajua, mutta se ei kuitenkaan koskaan pysty täysin peittämään sitä. |
|                          | Korkea             | +   | Ei suositella.<br>Intensiivinen savustus ja laimennus (Aaslyng ja Koch 2018, Hemeryck ym. 2020).  |
| Kypsennetyt lihatuotteet | Alhainen-Keskitaso | ++  | Avoin keittoprosessi (mahdollistaen haihtumisen ja valumisen)<br>Savustuksen ja mausteiden yhdistelmä (Meier-Dinkel ym. 2016, Martínez ym. 2016).   |
|                          | Korkea             | +   | Laimennus (sekoitetaan 1/3 karjunhajuista lihaa normaaliin sianlihaan/rasvaan (Mörlein ym. 2019)).  |

<sup>1</sup>Tarkoittaa yleisesti käytetyn prosessointi menetelmän kykyä tuottaa tiettyä tuotetyyppiä: + = alhainen, ++ = keskitaso, +++ = korkea.

### 8.1.1. Laimentaminen

Karjunhajuista ja normaalihajuista lihaa voidaan sekoittaa keskenään jauhetuissa lihatuotteissa (esim. makkarat). Sekoitus vähentää karjunhajua aiheuttavien aineiden osuutta

lopputuotteessa. Laimentaminen edellyttää tarkkaa ja monitasoista karjunhajun tason määrittystä, jotta voidaan arvioida, mihin määrään lihaa karjunhajuinen liha on sekoitettava. Tämän menetelmän onnistuminen riippuu siitä, kuinka voimakkaasti liha haisee, kuinka paljon karjunhajuissa lihassa on rasvaa, miten laimennettu liha prosessoidaan ja miten se aiotaan kuluttaa. Sellaisissa lihavalmisteissa (esim. kinkku), joissa liha on peräisin vain yhdestä palasta laimentaminen ei ole vaihtoehto. Vaikka mikä tahansa sian osa voidaan teoriassa jauhaa, sian arvokkaiden osien jauhamista vältetään taloudellisista syistä. (DG SANTE 2019, Škrlep ym. 2020)

### **8.1.2. Ilmakuivaaminen**

Ilmakuivaamista käytetään ilmakuivatun kinkun valmistukseen (Pinna ym. 2015). Ilmakuivauksessa lihan pintaan hierotaan suolaa ja mausteita. Se muuttaa lihan makua, ulkonäköä, hajua ja rakennetta (esim. suola, nitriitit). Tämä voi vähentää karjunhajun havaitsemista. Ilmakuivaaminen ei välttämättä yksin riitä vähentämään karjunhajua riittävästi, vaan tarvitaan lisäksi muutakin prosessointia (Čandek-Potokar 2020, Tørngren & Claudi-Magnussen 2018, Škrlep ym. 2020).

### **8.1.3. Fermentointi**

Fermentointia käytetään salamityyppisten makkaroiden valmistukseen. Fermentoinnin lisäksi voidaan käyttää savustusta tai lisättyä hometta. Käyminen muuttaa lihan makua, ulkonäköä, hajua ja rakennetta, mikä auttaa vähentämään karjun lihan poikkeavan hajun ja maun havaitsemista. Myös lihan marinointi voi peittää karjunhajua lihatuotteissa. (DG SANTE 2019, Škrlep ym. 2020)

### **8.1.4. Savustus**

Makkaroita ja keittokinkkua voidaan savustaa käyttämällä nestemäistä savua, jolloin savu- aromi ulottuu myös tuotteen sisälle verrattuna "oikeaan savuun", joka jää tuotteen ulkopinnalle. Tämä auttaa peittämään karjunhajua. Aaslyng ym. (2019) mukaan savustaminen on lupaava strategia karjunhajuisen lihan käsittelyssä. Vielä ei kuitenkaan tiedetä, kuinka intensiivinen savustusprosessin tulisi olla, jotta se olisi tehokas. Savustus lisää tuotteen polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen (PAH) pitoisuutta, joiden tiedetään olevan syöpää aiheuttavia aineita. (DG SANTE 2019, Škrlep ym. 2020)

### **8.1.5. Lämpökäsittely**

Karjunhajuista lihaa voidaan käsitellä kuumentamalla ennen jatkokäsittelyä. Kuumentaminen käsittelyn yhteydessä, erityisesti nakki- tai maksamakkaroiden valmistuksessa, vähentää karjunhajun määrää. Lämpökäsittely voi sisältää myös lihan lämpötilan nopean alentamisen ja varastoinnin kylmemmissä lämpötiloissa. (DG SANTE 2019, Škrlep ym. 2020)

### **8.1.6. Mausteiden käyttö**

Mausteiden käyttö vähentää karjunhajun havaitsemista lihatuotteissa, kuten makkaroissa (esim. chorizo) ja marinoidussa tuoreessa lihassa (Škrlep ym. 2020). Mausteiden määrä lihaki- loa kohti pitää kuitenkin olla kohtuullinen. Mausteet muuttavat lihan makua, ulkonäköä, hajua ja rakennetta, mikä voi karkottaa tiettyjä kuluttajia (DG SANTE 2019). Karjunhajun peittämi- seen lihavalmisteissa voidaan käyttää myös maustettua gelatiinikalvoa tai geeliä (Garrido ym. 2023, Iniesta ym. 2023, Linares ym. 2022).

Käsittelymenetelmät mahdollistavat karjunhajuksen lihan myynnin ja kulutuksen myös niillä markkinoilla, joilla kuluttajat ovat erityisen herkkiä karjunhajulle. Menetelmiä voidaan myös yhdistää. Saksassa karjunhajuista lihaa laimennetaan, fermentoidaan ja savustetaan karjunhajuksen peittämiseksi lopputuotteessa. Saksassa ja Espanjassa karjunhajuista lihaa lämpökäsitellään. Espanjassa karjunhajua peitetään mausteilla. Tanskassa karjunhajuista lihaa marinoidaan ja laimennetaan. Espanjassa on todettu, että karjunhajua voidaan vähentää tuottamalla marinoitua lihaa ja chorizoa kuivasuolausprosessin avulla. (DG SANTE 2019, Škrlep ym. 2020)

## 8.2. Karjunlihan hinnoittelu

Euroopassa on käytössä useita erilaisia "bonus-malus"-järjestelmiä (palkkio-sanktio) (Taulukko 5). Monet teurastamot maksavat karjun lihasta vähemmän kuin leikkojen tai imisien lihasta. Tästä aiheutuu lisäkustannuksia ja vaikeuksia sekä karjun lihan jalostuksessa että markkinoinnissa huolimatta karjujen vähärasvaisemmasta ruhoista. Karjujen tuottajille maksetaan Ruotsissa vähemmän, koska käytössä oleva maksujärjestelmä ottaa huomioon lisäkustannukset karjunhajuksen analysoinnista (Andersson ym. 2012). Alankomaalaisessa tutkimuksessa karjunhajuksista ruhoista maksettiin 25 euroa vähemmän kuin normaalihajuisista ruhoista (Backus ym. 2016).

Karjunlihasta voidaan kuitenkin maksaa myös samaa hintaa kuin imisien ja leikkojen lihasta silloin kun karjut kasvatetaan johonkin hyvinvointimerkkiin kuuluvina. Joissakin tapauksissa sanktioita sovelletaan vain tietyn painon ylittäviin karjuihin. Tämä liittyy käytäntöön, jossa teurastamoilla on ihanteellinen painoalue teurastamolle toimitettaville sioille, jolloin sekä tämän vaihteluvälin ylä- tai alapuolella olevien sikojen ruhoista saa huomomman korvauksen (DG SANTE 2019). Belgialainen Delhaize (vähittäiskauppias) tarjoaa sikojen kasvattajille 1 euron bonuksen sikaa kohden osallistumisesta sianlihan laatumerkkiin, johon sisältyy myös kirurgisen kastraation kieltö. Tämä on mahdollista, koska kuluttajat ovat valmiita maksamaan enemmän sianlihasta, jossa on tämä laatumerkki (ks. Delhaize).

**Taulukko 5.** Karjujen ruhojen hinnoittelu eri teurastamoilla (DG SANTE 2019).

| Maa        | Käytetyt sanktiot  | Muita huomioita  |
|------------|--|--|
| Belgia     | Ei sanktioita  | Beter leven -merkki  |
| Belgia     | Sanktio painorajan ylittäville karjuille                     |  |
| Alankomaat | Sanktio 4 € ruhoa kohti                                      | Karjunhajuksen havaitsemismenetelmiä ei käytetä  |
| Alankomaat | Sanktio 3 € ruhoa kohti                                      | Parempi hyvinvointileima, käytetään karjunhajuksen havaitsemismenetelmää                     |
| Alankomaat | Sanktio 5 € ruhoa kohti                                      | Karjut eivät kuulu hyvinvointileiman piiriin, käytetään karjunhajuksen havaitsemismenetelmää |
| Saksa      | Sanktio 0,03 €/kg karjun lihaa                               | Alankomaista tuodut karjut   |
| Saksa      | Ei sanktiota   | Saksasta peräisin oleville karjuille   |
| Ranska     | Sanktio, joka liittyy karjunhajuksen havaitsemiseen ruhoissa | Sanktiot karjunhajuksista vaihtelevat eläimen geneettisen profiilin mukaan                   |

### **8.3. GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen lihan hinnoittelu**

GnRH-rokotteella kastroitujen sikojen lihan arvo vaihtelee eri teurastamoilla. Jotkut teurastamot pitävät GnRH-rokotteella kastroituja karjuja karjuina ja maksavat niiden lihasta vähemmän kuin leikkojen lihasta. Norjassa GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen tuottaja saa mittavan sakon (noin 300 euroa) karjunhajuisesta ruhosta. Tämä on vähentänyt GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen kasvatusta Norjassa. Alankomaalaisessa teurastamossa GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen ruhosta maksetaan 4 euroa vähemmän kuin leikkojen ruhosta. (DG SANTE 2019)

Jotkut teurastamot maksavat GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen lihasta saman hinnan tai jopa enemmän kuin leikkojen lihasta. Esimerkiksi Belgiassa GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen lihasta maksetaan 0,01 €/kg enemmän kuin leikkojen lihasta. Tämän mahdollistavat sertifiointijärjestelmät ja GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen lihan myynnistä kiinnostuneiden vähittäiskauppioiden kysyntä. Bonusmaksut lisäävät GnRH-rokotteella kastroitujen karjujen kasvatuksen kannattavuutta ja edistävät toimitusketjun kaikkien toimijoiden etujen yhdenmukaistamista. Bonusmaksut kannustavat kasvattajia kiinnittämään erityistä huomiota teurastamoihin toimittamiensa eläinten karjunhajun riskiin. (DG SANTE 2019)

## **Kiitokset**

Kiitämme hankkeen rahoittajia sekä henkilöitä, jotka ovat kommentoineet raportin aiempia versioita.

## Viitteet

- Aaslyng, M.D. & Koch, A.G. 2018. The use of smoke as a strategy for masking boar taint in sausages and bacon. *Food Research International* 108: 378–395.
- Aaslyng, M.D., Støier, S., Lund, B.W. & Nielsen, D.B. 2019. Slaughtering of entire male pigs seen from the slaughterhouse perspective. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 333: 012003.
- Aldal, I., Andresen, A., Egeli, A.K., Haugen, J.-E., Grbdum, A., Fjetland, O. & Eikaas, J.L.H. 2005. Levels of androstenone and skatole and the occurrence of boar taint in fat from young boars. *Livestock Production Science* 95: 121–129.
- Allison, J.R.D., Suarez, P., Crane, J.P. & Hennessy, D.P. 2011. Incidence of boar taint in entire male pigs in Europe, assessed by chemical assay of androstenone and skatole. 57th International Congress of Meat Science and Technology, 7–12 August 2011, Ghent-Belgium.
- Alternatives to pig castration. Saatavilla: [Alternatives to pig castration - European Commission \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/food/animal/health-welfare/alternatives-to-pig-castration/).
- Aluwé, M., Bekaert, K.M., Tuyttens, F.A.M., Vanhaecke, L., De Smet, S., De Brabander, H.F., De Brabander, D.L. & Millet, S. 2011a. Influence of soiling on boar taint in boars. *Meat Science* 87(3): 175–179.
- Aluwé, M., Millet, S., Bekaert, K.M., Tuyttens, F.A.M., Vanhaecke, L., De Smet, S. & De Brabander, D.L. 2011b. Influence of breed and slaughter weight on boar taint prevalence in entire male pigs. *Animal* 5(8): 1283–1289.
- Aluwé, M., Tuyttens, F.A. & Millet, S. 2015. Field experience with surgical castration with anaesthesia, analgesia, immunocastration and production of entire male pigs: Performance, carcass traits and boar taint prevalence. *Animal* 9: 500–508.
- Aluwé, M., Degezelle, I., Depuydt, L., Fremaut, D., Van den Broeke, A. & Millet, S. 2016. Immunocastrated male pigs: effect of 4 v. 6 weeks time post second injection on performance, carcass quality and meat quality. *Animal* 10(9): 1466–1473. doi:10.1017/S1751731116000434.
- Aluwé, M., Heyrman, E., Theis, S., Sieland, C., Thurman, K. & Millet, S. 2017. Chicory fructans in pig diet reduce skatole in back fat of entire male pigs. *Research in Veterinary Science* 115: 340–344. doi: 10.1016/j.rvsc.2017.06.016.
- Aluwé, M., Aaslyng, M., Backus, G., Bonneau, M., Chevillon, P., Haugen, J.E., Meier-Dinkel, L., Morlein, D., Oliver, M.A., Snoek, H.M. ym. 2018. Consumer acceptance of minced meat patties from boars in four European countries. *Meat Science* 137: 235–243.
- Aluwé, M., Heyman, E., Almeida, J.M., Babol, J., Battacone, G., Čítek, J., Font i Furnols, M., Getya A., Karolyi D., Kostyra, E. ym. 2020. Exploratory survey on European consumer and stakeholder attitudes towards alternatives for surgical castration of piglets. *Animals* 10(10): 1758.

- Ampuero, S. & Bee, G. 2006. The potential to detect boar tainted carcasses by using an electronic nose based on mass spectrometry. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48 (Suppl 1), P1. <https://doi.org/10.1186/1751-0147-48-S1-P1>.
- Andersen, I.L., Ocepek, M., Thingnes, S.L. & Newberry, R.C. 2023. Welfare and performance of finishing pigs on commercial farms: Associations with group size, floor space per pig and feed type *Applied Animal Behaviour Science* 265: 105979. 10.1016/j.applanim.2023.105979.
- Andersson, K., Schaub, A., Andersson, K., Lundström, K., Thomke, S. & Hansson, I. 1997. The effect of feeding systems, lysine level and gilt contact on performance, skatole levels and economy of entire male pigs. *Livstock Production Science* 51: 131140.
- Andersson, K., Brunius, C., Zamaratskaia, G. & Lundström, K. 2012. Early vaccination with Improvac®: effects on performance and behaviour of male pigs. *Animal* 6(1): 87–95.
- Andresen, Ø. 2006. Boar taint related compounds: Androstenone/skatole/other substances. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48.
- Australian Pork. [https://australianpork.com.au/sites/default/files/2021-06/2020-10\\_Timing\\_of\\_second\\_improvac\\_vaccine\\_to\\_reduce\\_P2\\_backfat\\_gain.pdf](https://australianpork.com.au/sites/default/files/2021-06/2020-10_Timing_of_second_improvac_vaccine_to_reduce_P2_backfat_gain.pdf).
- Aymerich, P., Soldevila, C., Bonet, J., Farré, M., Gasa, J., Coma, J. & Solà-Oriol, D. 2020. Interrelationships between sex and dietary lysine on growth performance and carcass composition of finishing boars and gilts. *Translational Animal Science* 4(3): txaa129.
- Babol, J., Squires, E.J. & Lundström, K. 1999. Relationship between metabolism of androstenone and skatole in intact male pigs. *Journal of Animal Science* 77: 84–92.
- Babol, J., Zamaratskaia, G., Juneja, R.K. & Lundström, K. 2004. The effect of age on distribution of skatole and indole levels in entire male pigs in four breeds: Yorkshire, Landrace, Hampshire and Duroc. *Meat Science* 67: 351–358.
- Backus, G.B.C., van den Broek, E., van der Fels, B., Heres, L., Immink, V.M., Knol, E.F., ym. 2016. Evaluation of producing and marketing entire male pigs. *Njas-Wageningen Journal of Life Sciences* 76: 29–41. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2015.11.002>.
- Backus, G., Higuera, M., Juul, N., Nalon, E. & de Bryne, N. 2018. Second Progress Report 2015–2017 on the European Declaration on Alternatives to Surgical Castration of Pigs. <https://www.boarsontheway.com/wp-content/uploads/2018/08/Second-progress-report-2015-2017-final-1.pdf>
- Bahelka, I., Stupka, R., Cítek, J., Šprysl, M., Bučko, O. & Flák, P. 2023. Eating Quality of Pork from Entire Male Pigs after Dietary Supplementation with Hydrolysable Tannins. *Animals* 13: 893. <https://doi.org/10.3390/ani13050893>.
- Batorek, N., Čandek-Potokar, M., Bonneau, M. & Van Milgen, J. 2012. Meta-analysis of the effect of immunocastration on production performance, reproductive organs and boar taint compounds in pigs. *Animal* 6: 1330–1338. No. 302. <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/S1751731112000146>.

- Baumgartner, J., Laister, S., Koller, M., Pfützner, A., Grodzycki, M., Andrews, S. & Schmoll, F. 2010. The behavior of male fattening pigs following either surgical castration or vaccination with a GnRF vaccine. *Applied Animal Behaviour Science* 124: 28–34.
- Bee, G., Quiniou, N., Maribo, H., Zamaratskaia, G. & Lawlor, P.G., 2020. Strategies to meet nutritional requirements and reduce boar taint in meat from entire male pigs and immunocastrates. *Animals* 10: 1950.
- Bekaert, K.M., Aluwé, M., Vanhaecke, L., Heres, L., Duchateau, L., Vandendriessche, F. & Tuytens F.A.M. 2013. Evaluation of different heating methods for the detection of boar taint by means of the human nose. *Meat Science*, 94(1): 125–132.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.01.006>.
- Björklund, L. & Boyle, L.A. 2006. Effects of fattening boars in mixed or single sex groups and split marketing on pig welfare. *Animal Welfare* 16: 259–262.
- Boars on the way. [Homepage - Boars on the way](#)
- Bonneau, M. 1982. Compounds responsible for boar taint, with special emphasis on androstenone: a review. *Livestock Production Science* 9: 687–705.
- Bonneau, M., Le Denmat M., Vaudelet, J.C., Veloso Nunes, J.R., Mortensen, A.B. & Mortensen, H.P. 1992. Contributions of fat androstenone and skatole to boar taint: I. Sensory attributes of fat and pork meat. *Livestock Production Science* 32: 63–80.
- Bonneau, M. & Weiler U. 2019. Pros and cons of alternatives to piglet castration: Welfare, boar taint, and other meat quality traits. *Animals* 9: 884.  
<https://doi.org/10.3390/ani9110884>.
- Borggaard, C., Christensen, L.B., Hviid, M.S. & Kjaersgaard, N.C. 2012. Proceedings of the 58th international congress of meat science and technology. Montreal, Canada. Potential of PTR-TOF-MS for measuring the boar taint compounds: Androstenone, skatole and indole.
- Borggaard, C., Birkler, R., Meinert, L. & Støier, S. 2017. At-line rapid instrumental method for measuring the boar taint components androstenone and skatole in pork fat. *Icomst 2017*: 279–280. <http://boars2018.com/wp-content/uploads/2017/12/Borggaard-et-al-2017-ICoMST-DMRI-at-line-rapid-measure-for-boar-taint.pdf>.
- Borrisser-Pairó, F., Panella-Riera, N., Zammerini, D., Olivares, A., Garrido, M.D., Martínez, B., Gil, M., García-Regueiro, J.A. & Oliver, M.A., 2016a. Prevalence of boar taint in commercial pigs from Spanish farms. *Meat Science* 111: 177–182.
- Borrisser-Pairó, F., Kallas, Z., Panella-Riera, N., Avena, M., Ibáñez, M., Olivares, A., Gil, J.M. & Oliver, M.A. 2016b. Towards entire male pigs in Europe: A perspective from the Spanish supply chain. *Research in Veterinary Science* 107: 20–29.
- Borrisser-Pairó, F., Panella-Riera, N., Gil, M., Kallas, Z., Linares, M.B., Egea, M., Garrido, M.D. & Oliver, M.A. 2017. Consumers' sensitivity to androstenone and the evaluation of different cooking methods to mask boar taint. *Meat Science* 123: 198–204.

- Brennan, J., Shand, P., Fenton, M., Nicholls, L. & Aherne, F. 1986. Androstenone, androstenol and odor intensity in backfat of 100- and 130-kg boars and gilts. *Canadian Journal of Animal Science* 66: 615–624.
- Brinke, I., Große-Brinkhaus, C., Roth, K., Pröll-Cornelissen, M.J., Klein, S., Schellander, K. & Tholen, E. 2021. Endocrine Fertility Parameters—Genomic Background and their Genetic Relationship to Boar Taint in German Landrace and Large White. *Animals* 11: 231. <https://doi.org/10.3390/ani11010231>.
- Brinke, I., Große-Brinkhaus, C., Roth, K., Pröll-Cornelissen, M.J., Schiefler, I. & Tholen, E. 2022. 802. Meta-analyses for boar taint compounds in two purebred maternal lines and Piétrain-sired crosses. R.F. Veerkamp and Y. de Haas (eds) *Proceedings of 12th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production (WCGALP)*. DOI: 10.3920/978-90-8686-940-4\_802.
- Burgeon, C., Debliquy, M., Lahem, D., Rodriguez, J., Ly, A. & Fauconnier, M.L. 2021. Past, present, and future trends in boar taint detection. *Trends in Food Science & Technology* 112: 1–15, doi:10.1016/j.tifs.2021.04.007.
- Byrne, D.V., Thamsborg, S.M. & Hansen, L.L. 2008. A sensory description of boar taint and the effects of crude and dried chicory roots (*Cichorium intybus* L.) and inulin feeding in male and female pork. *Meat Science* 79(2): 252–269.
- Čandek-Potokar, M., Prevolnik, M. & Škrlep, M. 2014. Testes Weight is not a reliable tool for discriminating immunocastrates from entire males. Paper presented to International Symposium on Animal Science, Belgrade-Zemun, 23–25 September.
- Čandek-Potokar, M., Škrlep, M., Kostyra, E., Żakowska-Biemans, S., Poklukar, K., Batorek-Lukač, N. ym. 2020. Quality of dry-cured ham from entire, surgically and immunocastrated males: case study on Kraški Pršut. *Animals* 10(2): 239. <https://doi.org/10.3390/ani10020239>.
- Claus, R., Schopper, D. & Wagner, H.G. 1983. Seasonal effect on steroids in blood plasma and seminal plasma of boars. *Journal of Steroid Biochemistry* 19: 725–729.
- Claus, R., Weiler, U. & Herzog, A. 1994. Physiological aspects of androstenone and skatole formation in the boar: A review. *Meat Science* 38: 289–305.
- Claus, R., Lacorn, D., Loesel, D., Mentschel, J. & Schenkel, H. 2003. Effects of butyrate on apoptosis in the pig colon and its consequences for skatol formation and tissue accumulation. *Journal of animal science* 81: 239–248.
- Čobanović, N., Vasilev, D., Dimitrijević, M., Teodorović, V., Parunović, N., Betić, N. & Karabasil, N., 2017. The interactive effects of transportation and lairage time on welfare indicators, carcass and meat quality traits in slaughter pigs. 59th International Meat Industry Conference MEATCON 2017, IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 85. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/85/1/012049/pdf>.
- Consortium of the Animal Transport Guides Project (2017-rev1). Revision May 2018 'Guide to good practices for the transport of pigs'. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/4909b6cd-7ec2-11ea-aea8-01aa75ed71a1>.

- CopaCogega 2022. Pig' Castration –farmers perspective, 4th meeting of the Subgroup on the welfare of pigs 05/07/2022. Powerpoint presentation. [https://food.ec.europa.eu/system/files/2023-02/aw\\_platform\\_20220705\\_sub-pigs\\_pres-02.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2023-02/aw_platform_20220705_sub-pigs_pres-02.pdf)
- Corral, S., Belloch, C., López-Díez, J.J., Salvador, A. & Flores, M. 2017. Yeast inoculation as a strategy to improve the physico-chemical and sensory properties of reduced salt fermented sausages produced with entire male fat. *Meat Science* 123: 1–7.
- Danish Technological Institute 2020. Applications for Meat from Sorted Entire Male Pigs. Saa-tavilla: <https://www.dti.dk/specialists/applications-for-meat-from-sorted-entire-male-pigs/39302>.
- De Briyne, N. Berg, C. Blaha, T. & Temple, D. 2016. Pig castration: will the EU manage to ban pig castration by 2018? *Porcine Health Management Journal* 2(29): 1–11. <https://porcinehealthmanagement.biomedcentral.com/articles/10.1186/s40813-016-0046-x>.
- de Kruijf, J.M. & Welling, A.A. 1988. Incidence of chronic inflammations in gilts and castrated boars. *Tijdschr Diergeneeskd* 113: 415–417.
- de Roest, K., Montanari, C., Fowler, T. & Baltussen, W. 2009. Resource efficiency and economic implications of alternatives to surgical castration without anaesthesia. *Animal* 3: 1522–1531.
- de Roest, K. 2015. Costi e benefici dei metodi alternativi alla castrazione chirurgica senza anestesia Il Gran Suino Italiano Convegno Ambiente e Sanità Reggio Emilia 19 Marzo 2015.
- Delhaize. <https://www.boarsontheway.com/news/belgian-supermarket-chain-delhaize-to-switch-entirely-to-boar-meat-3/>
- DG SANTE, Directorate-General for Health and Food Safety, European Union 2019. Establishing Best Practices on the Production, the Processing and the Marketing of Meat from Uncastrated Pigs or Pigs Vaccinated Against Boar Taint (Immunocastrated), Publications Office of the European Union: Luxembourg, 2019, doi:10.2875/541755. [Microsoft Word - Final report Uncastrated pig updated.docx \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/food/files/2019/12/191218_en.pdf)
- Driessen, B., Van Beirendonck, S. & Buyse, J., 2020. Effects of Transport and Lairage on the Skin Damage of Pig Carcasses. *Animals* 10 (4), 575. doi:10.3390/ani10040575.
- Dunsha F.R., Allison J.R.D., Bertram M., Boler D.D., Brossard L., Campbell R., Crane J. P., Hennesy D. P., Huber L., de Lange C., Ferguson N., Matzat P., McKeith F., Moraes P. J. U., Mullan B. P., Noblet J., Quiniou N., Tokach M. 2013. The effect of immunization against GnRF on nutrient requirements of male pigs: a review. *Animal* 7(11): 1769–1778.
- Dybkjær, L. 1992. The identification of behavioural indicators of 'stress' in early weaned piglets. *Applied Animal Behaviour Science* 35: 135–147.
- EC 2010. European Commission. European Declaration on alternatives to surgical castration of pigs. [https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/aw\\_prac\\_farm\\_pigs\\_cast-alt\\_declaration\\_en.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/aw_prac_farm_pigs_cast-alt_declaration_en.pdf).

- EFSA AHAW Panel (EFSA Panel on Animal Health and Welfare) 2020. Nielsen, S.S., Alvarez, J., Bicot, D.J., Calistri, P., Depner, K., Drew, J.A., Garin-Bastuji, B., Gonzales Rojas, J.L., Gortázar Schmidt, C., Michel, V., Miranda Chueca, M.Á., Roberts, H.C., Sihvonen, L.H., Spooler, H., Stahl, K., Viltrop, A., Winckler, C., Candiani, D., Fabris, C., Van der Stede, Y. & Velarde, A. 2020. Scientific Opinion on the welfare of pigs at slaughter. EFSA Journal 2020;18(6): 6148. 113 pp. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2020.6148>.
- EFSA, European Food Safety Agency 2004. Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) on a request from the Commission related to welfare aspects of the castration of piglets. EFSA Journal, 2:7, pp. 1–18. [Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare \(AHAW\) on a request from the Commission related to welfare aspects of the castration of piglets | EFSA \(europa.eu\)](https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/7421)
- EFSA, European Food Safety Agency 2022. Opinion of the Scientific Panel on Animal Health and Welfare (AHAW). Welfare of pigs on farm. EJ 2022. <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/7421>.
- EHL 693/2023. Eläinten hyvinvointilaki 2023. Saatavilla: <https://finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230693>.
- EMA/115881/2009 (European Medicines Agency) Improvac (gonadotropiinia vapauttavan tekijän (GnRF) analogi-proteiinikonjugaatti). [https://www.ema.europa.eu/en/documents/overview/improvac-epar-summary-public\\_fi.pdf](https://www.ema.europa.eu/en/documents/overview/improvac-epar-summary-public_fi.pdf).
- Sikava 2019. Kansallisen tason lisäehdot porsastuotanto- ja yhdistelmäsiikaloille 1.6.2019 alkaen. <https://www.sikava.fi/PublicContent/HealthClassification>.
- Egea, M., Linares, M.B., Gil, M., López, M.B. & Garrido, M.D. 2018. Reduction of androstenone perception in pan-fried boar meat by different masking strategies. Journal of the Science of Food and Agriculture 98: 2251–2257.
- EU 120/2008. Euroopan neuvoston direktiivi (EY) N:o 120/2008, sikojen suojelun vähimmäisvaatimuksista. Euroopan unionin virallinen lehti L 47/5, 18.12.2008. [L 2009047FI.01000501.xml \(europa.eu\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/LIVELIST/TL?uri=CELEX:2009047FI.01000501.xml)
- European Medicines Agency. Improvac. Annex I. Summary of product characteristics. [https://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2023/2023061-6159452/anx\\_159452\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/health/documents/community-register/2023/2023061-6159452/anx_159452_en.pdf).
- Fàbrega, E., Velarde, A., Cros, J., Gispert, M., Suárez, P., Tibau, J. & Soler, J. 2010. Effect of vaccination against gonadotrophin-releasing hormone, using Improvac®, on growth performance, body composition, behaviour and acute phase proteins. Livestock Science 132(1–3): 53–59.
- Fàbrega, E., Gispert, M., Tibau, J., Hortos, M., Oliver, M.A. & Font i Furnols, M. 2011. Effect of housing system, slaughter weight and slaughter strategy on carcass and meat quality, sex organ development and androstenone and skatole levels in Duroc finished entire male pigs. Meat Science 89: 434–439.

- Fàbrega, E., Puigvert, X., Soler, J., Tibau, J. & Dalmau, A. 2013. Effect of on farm mixing and slaughter strategy on behaviour, welfare and productivity in Duroc finished entire male pigs. *Applied Animal Behaviour Science* 143: 31–39.
- Fazarinc, G., Batorek-Lukač, N., Škrlep, M., Poklukar, K., Vanden Broeke, A., Kress, K., Labus-sière, E., Stefanski, V., Vrecl, M., Čandek-Potokar, M. 2023. Male Reproductive Organ Weight: Criteria for Detection of Androstenone-Positive Carcasses in Immunocastrated and Entire Male Pigs. *Animals* 13: 2042. <https://doi.org/10.3390/ani13122042>.
- Feeding manual TN Tempo progeny 02-04-2020.
- Font-i-Furnols, M., Gispert, M., Guerrero, L., Velarde, A., Tibau, J., Soler, J., Hortós, M., Garcia-Regueiro, J.A., Perez, J., Suarez, P. & Oliver, M.A. 2008. Consumers' sensory acceptability of pork from immunocastrated male pigs. *Meat Science* 80: 1013–1018.
- Font-i-Furnols, M., Gonzalez, J., Gispert, M., Oliver, M.A., Hortos, M., Perez, J., Suarez, P. & Guerrero, L. 2009. Sensory characterization of meat from pigs vaccinated against gonadotropin releasing factor compared to meat from surgically castrated, entire male and female pigs. *Meat Science* 83: 438–442.
- Font-i-Furnols, M., Martín-Bernal, R., Aluwé, M., Bonneau, M., Haugen, J.E., Mörlein, D., Mörlein, J., Panella-Riera, N. & Škrlep, M. 2020. Feasibility of on/at line methods to determine boar taint and boar taint compounds: An overview. *Animals* 10(10): 1–26. <https://doi.org/10.3390/ani10101886>.
- Fredriksen, B., Lium, B.M., Marka, C.H., Heier, B.T., Dahl, E., Choinski, J.U. & Nafstad, O. 2006. Entire male pigs in a farrow-to-finish system. Effects on androstenone and skatole. *Livestock Science* 102: 146–154.
- Fredriksen, B., Lium, B.M., Marka, C.H., Mosveen, B. & Nafstad, O. 2008. Entire male pigs in farrow-to-finish pens –Effects on animal welfare. *Applied Animal Behaviour Science* 110: 258–268.
- Fredriksen, B. & Hexeberg, C. 2009. The effect of removing animals for slaughter on the behaviour of the remaining male and female pigs in the pen. *Research in Veterinary Science* 86: 368–370.
- Fredriksen, B., Furnols, M.F.I., Lundstrom, K., Migdal, W., Prunier, A. & Tuytens, F.A.M., Bonneau, M. 2009. Practice on castration of piglets in Europe. *Animal* 3: 1480–1487.
- García-Regueiro, J.A. & Rius, M.A. 1998. Rapid determination of skatole and indole in pig back fat by normal-phase liquid chromatography. *Journal of Chromatography A*, 809(1–2): 246–251.
- Garrido, M.D., Egea, M., Font-i-Furnols, M., Linares, M.B. & Penaranda, I. 2023. Consumer perception of entire male pork coated with spiced edible films as a new product to mask boar taint. *Meat Science* 201: 109171. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109171>.
- Giersin, M., Ladewig, J. & Forkman, B. 2006. Animal Welfare Aspects of Preventing Boar Taint. *Acta Veterinaria Scandinavica* 48 (Suppl 1): S3.

- Gispert, M., Oliver, M.A., Perez, J., Suarez, P., Velarde, A. & Font i Furnols, M. 2010. Carcass and meat quality characteristics of immunocastrated male, surgically castrated male and female pigs. *Meat Science* 85: 664–670.
- Grümpel, A., Krieter, J., Veit, C. & Dippel, S. 2018. Factors influencing the risk for tail lesions in weaner pigs (*Sus scrofa*). *Livestock Science* 216: 219–226. doi:10.1016/j.livsci.2018.09.001.
- QS's guide to slaughter [in German]. [QS - Schlachtung und Zerlegung \(q-s.de\)](#)
- Hakala, L. 2013. Karjun lihasikakasvatus – kirjallisuuskatsaus ja käytännön koe. Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö. Hämeen ammattikorkeakoulu, maaseutuelinkeinojen koulutusohjelma. 42 s.
- Hansen, L., Larsen, A., Jensen, B., Hansen-Møller, J. & Barton-Gade, P. 1994. Influence of stocking rate and faeces deposition in the pen at different temperatures on skatole concentration (boar taint) in subcutaneous fat. *Animal Science* 59(1): 99–110.
- Hansen, L., Mejer, H., Thamsborg, S., Byrne, D., Roepstorff, A., Karlsson, A. & Tuomola M. 2007. Influence of chicory roots (*Cichorium intybus* L) on boar taint in entire male and female pigs. *Animal Science* 82(3): 359–368.
- Haugen, J.-E. 2009. Detection of Boar Taint Need for harmonised methods and rapid methods. [http://icomst-proceedings.helsinki.fi/papers/2009\\_10\\_11.pdf](http://icomst-proceedings.helsinki.fi/papers/2009_10_11.pdf).
- Hay, M., Vulin, A., Genin, S., Sales, P. & Prunier, A. 2003. Assessment of pain induced by castration in piglets: behavioral and physiological responses over the subsequent 5 days. *Applied Animal Behaviour Science* 82: 201–18.
- Heinonen, M. 2021. Kastraatioselvitys 2021. [https://mmm.fi/documents/1410837/-1858027/Selvitys\\_Sikojen\\_kastraatio\\_2021.pdf/fadec6f1-c4a2-586b-1449-8fb578c6-247b/Selvitys\\_Sikojen\\_kastraatio\\_2021.pdf?t=1643886578613](https://mmm.fi/documents/1410837/-1858027/Selvitys_Sikojen_kastraatio_2021.pdf/fadec6f1-c4a2-586b-1449-8fb578c6-247b/Selvitys_Sikojen_kastraatio_2021.pdf?t=1643886578613).
- Hemeryck, L.Y., Wauters, J., Dewulf, L., Decloedt, A., Aluwé, M., de Smet, S., Fraeye, I. & Vanhaecke, L. 2020. Valorisation of tainted boar meat patties, frankfurter sausages and cooked ham by means of targeted dilution, cooking and smoking *Food Chemistry* 330: 126897.
- Heyrman, E., Millet, S., Tuytens, F.A.M., Ampe, B., Janssens, S., Buys, N., Wauters, J., Vanhaecke, L. & Aluwé, M. 2017. Olfactory evaluation of boar taint: effect of factors measured at slaughter and link with boar taint compounds. *Animal* 11(11): 2084–2093. doi:10.1017/S1751731117000994.
- Heyrman, E., Millet, S., Tuytens, F.A.M., Ampe, B., Janssens, S., Buys, N., Wauters, J., Vanhaecke, L. & Aluwé, M. 2018. On farm intervention studies on reduction of boar taint prevalence: Feeding strategies, presence of gilts and time in lairage. *Research in Veterinary Science* 118: 508–516.
- Heyrman, E., Millet, S., Tuytens, F., Ampe, B., Janssens, S., Buys, N., Wauters, J., Vanhaecke, L. & Aluwé, M. 2021. On-farm prevalence of and potential risk factors for boar taint. *Animal* 15(3): 100141. ISSN 1751-7311.

- Holmes, R., Gerritzen, M.A., Herskin, M.S., Schwarzlose, I. & Ruis, M.A.W. 2020. Review of arrival and lairage management at pig slaughterhouses. EURCAW-Pigs – June 2020 – version 1.0 <https://www.wur.nl/en/Publication-details.htm?publicationId=publication-way-353637313630>.
- Improvac guide. <https://www.youtube.com/watch?v=8hsvzmuSucl>.
- Iniesta, C.M., Garrido, M.D., Egea, M., Linares, M.B. & Peñaranda, I. 2023. Novel gels and films to mask boar taint in entire male pork. Meat Science 200: 109148. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2023.109148>.
- Ipema. [Home | Ipema \(ca-ipema.eu\)](https://www.ca-ipema.eu).
- IRTA 2015. Study on how to achieve reduction of boar taint compounds by breeding, feeding and management techniques. [https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/aw\\_prac\\_farm\\_pigs\\_cast\\_alt\\_research\\_irta\\_20150216.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/aw_prac_farm_pigs_cast_alt_research_irta_20150216.pdf).
- Isbrandt, R., Wiegard, M., Meemken, D. & Langkabel, N. 2022. Impact of Procedures and Human-Animal Interactions during Transport and Slaughter on Animal Welfare of Pigs: A Systematic Literature Review. Animals 12: 3391. <https://doi.org/10.3390/ani12233391>.
- Janssens, G., Boulet, R., Reuter, W. & Hardy, N. 2018. TAINSTOP, an innovative feed concept: Influence on Boar Taint. [http://www.ca-ipema.eu/download/289/documents/oieras/orals\\_oieras/2\\_N\\_3\\_Guy\\_Janssens.pdf](http://www.ca-ipema.eu/download/289/documents/oieras/orals_oieras/2_N_3_Guy_Janssens.pdf).
- Jensen, B.B. 2006. Prevention of boar taint in pig production. Factors affecting the level of skatole. Acta Veterinaria Scandinavica 48(1): S6.
- Kiss, I., Palya, V., Krejci, R. & Mazerolles, P. 2017. Ceva Valora® as an Efficient Alternative to Surgical Castration. The Pig Site, 22 February. [Ceva Valora® as an Efficient Alternative to Surgical Castration | The Pig Site](https://www.thepigsite.com/news/ceva-valora-as-an-efficient-alternative-to-surgical-castration).
- Knudsen, N. 2018. Neal Matthews, PIC: "Achieving that perfect piece of pork". [https://www.pigprogress.net/Finishers/Articles/2018/11/Marbling-has-been-overrated-in-pork-352450E/?cmpid=NLC|pigprogress\\_focus|2018-11-09|Neal Mattews, PIC:](https://www.pigprogress.net/Finishers/Articles/2018/11/Marbling-has-been-overrated-in-pork-352450E/?cmpid=NLC|pigprogress_focus|2018-11-09|Neal_Mattews_PIC).
- Komission direktiivi 2001/93/EY. sikojen suojelun vähimmäisvaatimuksista annetun direktiivin 91/630/ETY muuttamisesta. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FI/TXT/?uri=CELEX:32001L0093>.
- Kress, K., Hartung, J., Jasny, J., Stefanski, V. & Weiler, U. 2020. Carcass characteristics and primal pork cuts of gilts, boars, immunocastrates and barrows using AutoFOM III data of a commercial abattoir. Animals. 10:1912. <https://doi.org/10.3390/ani10101912>.
- Lawlor, P.G., Lynch, P.B., Mullane, J., Kerry, J.P., Hogan, S.A. & Allen P. 2005. Enhancement of Pigmeat Quality by Altering Pre-Slaughter Management. End of Project Report 4939, Teagasc Pig Development Department, Teagasc: Oak Park, Carlow, Ireland. p. 66. <https://t-stor.teagasc.ie/handle/11019/999>.

- Lawlor, P.G. 2020. Management of Male and Female Finisher Pigs. Teagasc Pig Advisory Newsletter. March, pp. 10–11. <https://www.teagasc.ie/media/website/animals/pigs/Teagasc-Pig-Newsletter----March-2020.pdf>.
- Linares, M.B., Peñaranda, I., Iniesta, C.M., Egea, M. & Garrido M.D. 2022. Development of edible gels and films as potential strategy to revalorize entire male pork. Food Hydrocolloids 123: 107182. <https://doi.org/10.1016/J.FOODHYD.2021.107182>.
- Lund, B.W., Borggaard, C., Isak, R., Birkler, D., Jensen, K. & Støier, S. 2021. High throughput method for quantifying androstenone and skatole in adipose tissue from uncastrated male pigs by laser diode thermal desorption-tandem mass spectrometry. Food Chemistry: X 9: 100113. doi:10.1016/j.fochx.2021.100113.
- Lunde, K., Egelanddal, B., Choinski, J., Mielnik, M., Flåtten, A. & Kubberød, E. 2008. Marinating as a technology to shift sensory thresholds in ready-to-eat entire male pork meat. Meat Science 80: 1264–1272.
- Lundström, K., Matthews, K.R. & Haugen, J.E. 2009. Pig meat quality from entire males. Animal 3(11): 1497–1507. [Pig meat quality from entire males - ScienceDirect](https://doi.org/10.1016/j.animal.2009.08.011)
- Mancini, C.M., Menozzi, D. & Arfini, F. 2017. Immunocastration: economic implications for the pork supply chain and consumer perception. An assessment of existing research. Livestock Science 203: pp. 10–20.
- Maribo, H., Jensen, B.B. & Thoning, H., 2015a. Fibres reduces skatol in male pigs. Videncenter for Svineproduktion (Ed), Foulum, Denmark, Report 1055,13 pp. [https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/lu\\_medd/2015/1055](https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/lu_medd/2015/1055).
- Maribo, H., Møller, H. & Thoning, H. 2015b. Male Pigs Grow Faster Increasing the Protein and Energy Level in the Diet. Meddelelse nr. 1061, Videncenter for Svineproduktion: Foulum, Denmark. [https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/lu\\_medd/2015/1061](https://svineproduktion.dk/publikationer/kilder/lu_medd/2015/1061).
- Martínez, B., Rubioa, B., Viera, C., Linares, M.B., Egea, M., Panella-Riera, N. & Garrido, M.D. 2016. Evaluation of different strategies to mask boar taint in cooked sausage. Meat Science 116: 26–33. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174016300080>.
- Mathur, P.K., ten Napel, J., Bloemhof, S., Heres, L., Knol, E.F. & Mulder, H.A. 2012. A human nose scoring system for boar taint and its relationship with androstenone and skatole. Meat Science 91(4): 414–422. [A human nose scoring system for boar taint and its relationship with androstenone and skatole - ScienceDirect](https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.05.011)
- McAuley, M., Buijs, S., Muns, R., Gordon, A., Palmer, M., Meek, K. & O'Connell, N. 2022. Effect of reduced dietary protein level on finishing pigs' harmful social behaviour before and after an abrupt dietary change. Applied Animal Behaviour Science 256: 105762.
- Meier-Dinkel, L., Gertheiss, J., Schnäkel, W. & Mörlein, D. 2016. Consumers' perception and acceptance of boiled and fermented sausages from strongly boar tainted meat. Meat Science 118: 34–42.

- Meinert, L., Bejerholm, C. & Støier, S. 2011. Validation of "human nose" based method for boar taint detection. 57th International Congress of Meat Science and Technology 7–12 August 2011, Ghent-Belgium. [https://digicomst.ie/wp-content/uploads/2020/05/2011\\_30\\_05.pdf](https://digicomst.ie/wp-content/uploads/2020/05/2011_30_05.pdf).
- MMM asetus 609/2023. Maa- ja metsätalousministeriön asetus tuettavaa rakentamista koskevista sikaloiden rakennusteknisistä ja toiminnallisista vaatimuksista. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2023/20230609>.
- Moore, K.L., Mullan, B.P., Campbell, R.G. & Kim, J.C. 2012. The response of entire male and female pigs from 20 to 100-kg liveweight to dietary available lysine. *Animal Production Science* 53: 67–74.
- Morales, J.I., Serrano, M.P., Camara, L., Berrocoso, J.D., Lopez, J.P. & Mateos, G.G. 2013. Growth performance and carcass quality of immunocastrated and surgically castrated pigs from crossbreds from Duroc and Pietrain sires. *Journal of Animal Science* 91: 3955–3964.
- Morales, J., Dereu, A., Manso, A., de Frutos, L., Piñeiro, C., Manzanilla, E.G. & Wuyts, N. 2017. Surgical castration with pain relief affects the health and productive performance of pigs in the suckling period. *Porcine Health Management* 3: 18. [Surgical castration with pain relief affects the health and productive performance of pigs in the suckling period \(biomedcentral.com\)](https://doi.org/10.1186/s13052-017-0180-0)
- Møller, S. & Maribo, H. 2013. 4 Dages slutfodring med korn reducerer skatol hos hangrise. Videncenter for svineproduktion. Meddelelse nr. 989. [4 dages slutfodring med korn reducerer skatol hos hangrise \(svineproduktion.dk\)](https://www.svineproduktion.dk/publications/4-dages-slutfodring-med-korn-reducerer-skatol-hos-hangrise).
- Mörlein, J., Meier-Dinkel, L., Gertheiss, J., Schnäckel, W. & Mörlein, D. 2019. Sustainable use of tainted boar meat: Blending is a strategy for processed products. *Meat Science* 152: 66–72.
- Niemi, J., Partanen, K., Pesonen, L. & Valaja, J. 2010. Ratkaisuja lihasikojen kasvatuksen tehostamiseen. Sikatalouden tulosseminaari ja Lihaketju-hankkeen loppuseminaari 2.6.2010, Vantaa.
- Niemi, J., Pietola, K. & Sevón-Aimonen, M.-L., 2006. Täsmäruokinta nostaa lihasikapaikan kättä. *Sika* 3. Vantaa: Suomen kotieläinjalostusosuuskunta.
- Noblet, J., Karege, C. & Dubois, S., 1994. Prise en compte de la variabilité de la composition corporelle pour la prévision du besoin énergétique et de l'efficacité alimentaire chez le porc en croissance. *Journées Rech. Porcine en France* 26: 267–276.
- Nofima 2014. BoarCheck: a study on rapid methods for boar taint used or being developed at slaughter plants in the European Union. European Commission. [https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/aw\\_prac\\_farm\\_pigs\\_cast-alt\\_research\\_boar-check\\_20140901.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/aw_prac_farm_pigs_cast-alt_research_boar-check_20140901.pdf).

- Oliver, M.A., Thomas, C., Bonneau, M., Doran, O., Tacken, G. & Backus, G.A.O. 2009. Study on the improved methods for animal-friendly production, in particular on alternatives to the castration of pigs and on alternatives to the dehorning of cattle. [Microsoft Word - APPENDIX 08 D114 051009.docx \(europa.eu\)](#)
- Oliviero, C., Ollila, A., Andersson, M., Heinonen, M., Voutila, L., Serenius, T. & Peltoniemi, O. 2016. Strategic use of anti-GnRH vaccine allowing selection of breeding boars without adverse effects on reproductive or production performances. *Theriogenology* 85: 476–482.
- Ordelman, E. 2018. Belgian retailer launches castration-free pork label. *Pig Progress*. <https://www.pigprogress.net/Piglets/Articles/2018/6/Belgian-retailer-launches-castration-free-pork-label-298440E/>.
- Palomo Yagüe, A. 2012. Inmunocastración en machos: resultados en cerdos ibéricos. [Inmunocastración en machos: resultados en cerdos ibéricos - Artículos - 3tres3, la página del Cerdo](#)
- Patterson, R.L.S. & Lightfoot, A.L. 1984. Effect of sex grouping during growth on 5 $\alpha$ -androstenedione development in boars at three commercial slaughter weights. *Meat Science* 10: 253–263.
- Pauly, C., Spring, P., O'Doherty, J.V., Ampuero Kragten, S. & Bee, G. 2009. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of group-penned surgically castrated, immunocastrated (Improvac®) and entire male pigs and individually penned entire male pigs. *Animal* 3(7): 1057–1066.
- Pauly, C., Luginbühl, W., Ampuero, S. & Bee, G. 2012. Expected effects on carcass and pork quality when surgical castration is omitted - Results of a meta-analysis study. *Meat Science* 92: 858–862.
- Peltoniemi, O., Ollila, A., Voutila, L., Niemi, J., Valros, A., Heinonen, M., Oliviero, C., Yun, J. & Hasan, S. 2015. FINCAS – projekti, Kastration vaihtoehdot Alternatives to piglet castration, Hankkeen loppuraportti 13.3.2015, Helsingin yliopisto, Eläinlääketieteellinen tiedekunta, Kliinisen tuotantoeläinlääketieteen osasto.
- Peñaranda, I., Garrido, M.D., Egea, M., Díaz, P., Álvarez, D., Oliver, M.A. & Linares, M.B. 2017. Sensory perception of meat from entire male pigs processed by different heating methods. *Meat Science* 134: 98–102.
- Pig' Castration – farmers perspective, 4th meeting of the Subgroup on the welfare of pigs 05/07/2022. [https://food.ec.europa.eu/system/files/2023-02/aw\\_platform\\_20220705\\_sub-pigs\\_pres-02.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2023-02/aw_platform_20220705_sub-pigs_pres-02.pdf).
- Pinna, A., Schivazappa, C., Virgili, R. & Parolari, G. 2015. Effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone (GnRH) in heavy male pigs for Italian typical dry-cured ham production. *Meat Science* 110: 153–159. [Effect of vaccination against gonadotropin-releasing hormone \(GnRH\) in heavy male pigs for Italian typical dry-cured ham production - PubMed \(nih.gov\)](#)

- Pinto, P., Martin, R., Ramos, L., Conceição, A., da Costa, R. & Vaz-Velho, M. 2022. Feeding and housing boars after puberty without castration allows for good performance and low boar taint. *Journal of Animal and Feed Sciences* 31(2):123–134. doi:10.22358/jafs/148234/2022.
- Poulsen Nautrup, B., Vlaenderen, I.V. & Aldaz, A., Mah C.K. 2018. The effect of immunization against gonadotropin-releasing factor on growth performance, carcass characteristics and boar taint relevant to pig producers and the pork packing industry: A meta-analysis. *Research in Veterinary Science* 119: 182–195.
- Prunier, A., Bonneau, M., von Borell, E.H., Cinotti, S., Gunn, M., Fredriksen, B., Giersing, M., Morton, D.B., Tuytens, F.A.M. & Velarde, A. 2006. A review of the welfare consequences of surgical castration in piglets and the evaluation of non-surgical methods. *Animal Welfare* 15: 277–289.
- Prunier, A., Devillers, N., Herskin, M.S., Sandercock, D.A., Sinclair, A.R.L., Tallet, C. & von Borell, E. 2020. Husbandry interventions in suckling piglets, painful consequences and mitigation. Chantal Farmer (ed.), © Wageningen Academic Publishers 2020. DOI 10.3920/978-90-8686-894-0\_4.
- Prusa, K., Nederveld, H., Runnels, P.L., Li, R., King, V.L. & Crane, J.P. 2011. Prevalence and relationships of sensory taint, 5-androstenone and skatole in fat and lean tissue from the loin (*Longissimus dorsi*) of barrows, gilts, sows, and boars from selected abattoirs in the United States. *Meat Science* 88: 96–101.
- Quiniou, N., Courboulay, V., Salaün, Y. & Chevillon, P. 2010. Conséquences de la non castration des porcs mâles sur les performances de croissance et le comportement: Comparaison avec les mâles castrés et les femelles. *Journées Recherche Porcine* 42: 113–118.
- Quiniou, N., Bee, G., Maribo, H., Zamaratskaia, G. & Lawlor, P. 2022. Quelles stratégies alimentaires pour couvrir les besoins nutritionnels des porcs mâles entiers et/ou immunocastrés et pour réduire les risques d'odeurs de verrat dans la viande?. *INRAE Productions Animales* 35(2): 109–120. <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2022.35.2.7079>.
- [www.reussir.fr](http://www.reussir.fr). Ranskalaiset sikasivut. [Des aliments différents pour les porcs mâles entiers ? | Réussir porc - Tech porc \(reussir.fr\)](https://www.reussir.fr/Des-aliments-differents-pour-les-porcs-males-entiers-|Reussir-porc-Tech-porc-reussir.fr)
- Rius Sole, M. & García Regueiro, J. 2001. Role of 4-phenyl-3-buten-2-one in boar taint: identification of new compounds related to sensorial descriptors in pig fat. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 49: 5303–5309.
- Ruokavirasto 2012. Sian ruokinta ja juotto. [https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/esitteet/elaimet/sian\\_ruokinta\\_ja\\_juotto\\_fi.pdf](https://www.ruokavirasto.fi/globalassets/tietoa-meista/julkaisut/esitteet/elaimet/sian_ruokinta_ja_juotto_fi.pdf).
- Rydhmer, L., Lundström, K. & Andersson, K. 2010. Immunocastration reduces aggressive and sexual behaviour in male pigs. *Animal* 4: 956–972. <https://doi.org/10.1017/S175173111000011X>.

- Sather, A.P., Jones, S.D.M., Squires, E.J., Schaefer, A.L., Robertson, W.M., Tong, A.K.W. & Zawadski, S. 1995. Antemortem handling effects on the behaviour, carcass yield and meat quality of market weight entire male pigs. *Canadian Journal of Animal Science* 75: 45–56.
- Schmid, S.M. & Steinhoff-Wagner, J. 2022. Impact of Routine Management Procedures on the Welfare of Suckling Piglets. *Veterinary Sciences* 9: 32. <https://doi.org/10.3390/vetsci9010032>.
- Scollo, A., Contiero, B. & Gottardo, F. 2016. Frequency of tail lesions and risk factors for tail biting in heavy pig production from weaning to 170 kg live weight. *Veterinary Journal* 207: 92–98. doi: 10.1016/j.tvjl.2015.10.056.
- Siljander-Rasi, H., Perttilä, S. & Alaviuhkola, T. 2002. Effect of lactitol on boar taint formation. Research Report to Danisco Sweeteners Oy 18.12.2002.
- Siljander-Rasi, H., Nopanen, A. & Helin, J. 2006. Sian ruokinta ja hoito. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy. ss. 83–90.
- Škrlep, M., Šegula, B., Zajec, M., Kastelic, M., Košorok, S., Fazarinc, G. & Čandek-Potokar, M. 2010. Effect of immunocastration (Improvac®) in fattening pigs I: growth performance, reproductive organs and malodorous compounds. *Slovenian Veterinary Research* 47(2):7–64. [\(PDF\) Effect of imunocastration \(Improvac®\) in fattening pigs I: Growth performance, reproductive organs and malodorous compounds \(researchgate.net\)](#).
- Škrlep, M., Tomašević, I., Mörlein, D., Novaković, S., Egea, M., Garrido, M.D., Linares, M.B., Peñaranda, I., Aluwé, M. & Font-i-Furnols, M. 2020. The Use of Pork from Entire Male and Immunocastrated Pigs for Meat Products—An Overview with Recommendations. *Animals* 10: 1754. doi:10.3390/ani10101754.
- Stolzenbach, S., Lindahl, G., Lundström, K., Chen, G. & Byrne, D.V. 2009. Perceptual masking of boar taint in Swedish fermented sausages. *Meat Science* 81: 580–588.
- Støier, S. 2019. A new instrumental boar taint detection method. [Projektittitel \(boarsontheway.com\)](#)
- Støier, S., Larsen, H.D., Blaabjerg, L., Vorup, P. & Aaslyng, M.D. 2019. Optimal handling of entire male pigs at the day of the slaughter. ICoMST (International Congress of Meat Science and Technology), August, Potsdam.
- Ter Beek, V. 2012. Topigs: Less boar taint with the Nador concept. *Pig Progress*, 30 Jan. [Topigs: Less boar taint with the Nador concept - Pig Progress](#).
- ter Beek, V. 2018. Rye: Influence on Salmonella and boar taint in finishers. *Pig Progress*, 08 February. [Rye: Influence on Salmonella and boar taint in finishers - Pig Progress](#).
- Topigs Norsvin 2018. Boar taint reduced by more than 50%. <https://topignorsvin.com/news-tn1/animal-welfare/boar-taint-reduced-by-more-than-50/>.

- Tørngren, M.A., Claudi-Magnussen, C., Støier, S. & Kristensen, L. 2011. Boar taint reduction in smoked, cooked ham. 57th International Congress of Meat Science and Technology 7–12th August. Ghent, Belgium.
- Tørngren, M.A., Kristensen, L. & Claudi-Magnussen, C. 2012. How to use “tainted” boar meat for processed whole meat cuts. 58th International Congress of Meat Science and Technology 12–17th August. Montreal, Canada.
- Tørngren, K.L. & Claudi-Magnussen, C. 2018. Use of tainted boar meat for processed meat products. Danish Meat Research Institute. [https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/aw\\_prac\\_farm\\_pigs\\_cast-alt\\_emp\\_use-of-tainted-boar-meat.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2016-10/aw_prac_farm_pigs_cast-alt_emp_use-of-tainted-boar-meat.pdf).
- Trautmann, J., Meier-Dinkel, L., Gertheiss, J. & Mörlein, D. 2016. Boar taint detection: A comparison of three sensory protocols. *Meat Science* 111: 92–100.
- Trudeau, V.L., Grinwich, D.L. & Sanford, L.M. 1988. Seasonal variation in the blood concentration of 16-androstenes in adult Landrace boars. *Canadian Journal of Animal Science* 68: 565–568.
- Van Der Meer, Y.V., Gerrits, W.J.J., Jansman, A.J.M., Kemp, B. & Bolhuis, J.E. 2017. A link between damaging behaviour in pigs, sanitary conditions, and dietary protein and amino acid supply. *PLoS One* 12.
- van der Peet-Schwering, C. & Vermeer, H. 2014. Reducing mounting behaviour of boars- tips and recommendation. Wageningen UR Livestock Research. [PowerPoint-presentatie \(boarsontheway.com\)](#).
- van der Peet-Schwering, C., Binnendijk, G., Vermeer, H., Vereijken, P., Classens, P. & Verheijen, R. 2013. Op weg naar succesvol beren houden = Towards successfully keeping boars. Wageningen UR Livestock Research, Rapport 733. [Op weg naar succesvol beren houden \(wur.nl\)](#).
- van Ferneij, J.-P. 2022. The pig castration situation in the European Union. <https://www.pig333.com/articles/the-pig-castration-situation-in-the-european-union-18100/>.
- van Staaveren, N., Teixeira, D.L., Hanlon, A. & Boyle, L.A. 2015. The Effect of Mixing Entire Male Pigs Prior to Transport to Slaughter on Behaviour, Welfare and Carcass Lesions. *PLoS ONE*10(4): e0122841. doi:10.1371/journal.pone.0122841.
- van Wagenberg, C.P.A., Snoek, H.M., van der Fels, J.B., van der Peet-Schwering, C.M.C., Vermeer, H.M. & Heres, L. 2013. Farm and management characteristics associated with boar taint. *Animal* 7: 1841–1843.
- Vanheukelom, V., Van Beirendonck, S., Van Thielen, J. & Driessen, B. 2012. Behavior, production results and meat quality of intact boars and gilts housed in unmixed groups: A comparative study. *Applied Animal Behaviour Science* 142: 154–159.
- Vanhonacker, F. & Verbeke, W. 2011. Consumer response to the possible use of a vaccine method to control boar taint v. physical piglet castration with anaesthesia: a quantitative study in four European countries. *Animal* 5(7): 1107–1118.

- Vermeer, Herman 2023. Suullinen tiedonanto, haastattelu 5.7.2023.
- Vestergaard, J.S., Haugen, J.-E. & Byrne, D.V. 2006. Application of an electronic nose for measurements of boar taint in entire male pigs. *Meat Science* 74: 564–577.
- Vna 154/2017. Valtioneuvoston asetus sikojen suojelusta annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta. <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20170154> .
- Von Borell, E., Baumgartner, J., Giersing, M., Jäggin, N., Purnier, A., Tuytens, F.A.M. & Edwards, S.A. 2009. Animal welfare implications of surgical castration and its alternatives in pigs. *Animal* 3(11): 1488–1496.
- Von Borell, E., Bonneau, M., Holinger, M., Prunier, A. Stefanski, V., Zöls, S. & Weiler, U. 2020. Welfare Aspects of Raising Entire Male Pigs and Immunocastrates. *Animals* 10: 2140.
- Voutila, L., Ollila, A., Niemi, J., Valros, A., Oliviero, C., Heinonen, M. & Peltoniemi, O. 2013. Valkuaisruokinnan tasojen vaikutukset rokotettujen karjujen tuotantotuloksiin. [Power-Point Presentation \(luke.fi\)](#).
- Voutila, L., Ollila, A., Niemi, J., Valros, A., Oliviero, C., Heinonen, M. & Peltoniemi, O. 2014. Valkuaisruokinnan tasojen vaikutukset rokotettujen karjujen tuotantotuloksiin. Suomen Maataloustieteellisen Seuran Tiedote Nro 30. 6 s. [Valkuaisruokinnan tasojen vaikutukset immunokastroitujen karjujen tuotantotuloksiin - pdf \(journal.fi\)](#).
- Walstra, P., Claudi-Magnussen, C., Chevillon, P., von Seth, G., Diestre, A., Matthews, K., Homer, D.B. & Bonneau, M. 1999. An international study on the importance of androstenone and skatole for boar taint: levels of androstenone and skatole by country and season. *Livestock Production Science* 62: 15–28.
- Wauters, J., Verplanken, K., Vercruyssen, V., Ampe, B., Aluwé, M. & Vanhaecke, L. 2017. Sensory evaluation of boar meat products by trained experts. *Food Chemistry* 237: 516–524.
- Wesoly, R. & Weiler, U. 2012. Nutritional Influences on Skatole Formation and Skatole Metabolism in the Pig. *Animals* 2: 221–242.
- Wesoly, R., Jungbluth, I., Stefanski, V. & Weiler, U. 2015. Pre-slaughter conditions influence skatole and androstenone in adipose tissue of boars. *Meat Science* 99: 60–67.
- [www.boarsontheway.com](http://www.boarsontheway.com). [Feed-and-boar-taint-1.pdf \(boarsontheway.com\)](#)
- [www.dti.dk](http://www.dti.dk). Danish Technological Institute. Handling of entire male pigs on the day of slaughter. <https://www.dti.dk/specialists/handling-of-entire-male-pigs-on-the-day-of-slaughter/39306>.
- Xue, J.L., Dial, G.D., Schuiteman, J., Kramer, A., Fisher, C., Marsh, W.E., Morrison, R.B. & Squires, J.E. 1995. Evaluation of growth, carcass, and compound concentrations related to boar taint in boars and barrows. *Swine Health and Production* 3: 155–160.
- Xue, J., Dial, G.E., Holton, E.E., Vickers, Z., Squires, E.J., Lou, Y., God-bout, D. & Morel, N. 1996a. Breed differences in boar taint: relationship between tissue levels boar taint compounds and sensory analysis of taint. *Journal of Animal Science* 74: 2170–2177.

- Xue, J., Dial, G.D. & Pettigrew, J.E., 1996b. Performance, carcass and meat quality advantages of boars over barrows: A literature review. *Swine health and Production* 5: 21–28.
- Xue, J.L. & Dial, G.D. 1997. Raising intact male pigs for meat: Detecting and preventing boar taint. *Swine Health and Production* 5(4): 151–158.
- Yun, J., Ollila, A., Valros, A., Larenza-Menzies, P., Heinonen, M., Oliviero, C. & Peltoniemi, O. 2019. Behavioural alterations in piglets after surgical castration: Effects of analgesia and anaesthesia. *Research in Veterinary Science* 125: 36–42.  
doi: 10.1016/j.rvsc.2019.05.009.
- Zamaratskaia, G. 2004. Factors involved in the development of boar taint: Influence of breed, age, diet and raising conditions. Tohtorin väitöskirja, Sveriges Lantsbruksuniversitet, Uppsala.
- Zamaratskaia, G. & Squires, E.J. 2009. Biochemical, nutritional and genetic effects on boar taint in entire male pigs. *Animal* 3(11): 1508–1521.
- Zamaratskaia, G., Maribo, H., Canibe, N., Milet, S., Quiniou, N. & Bee, G. 2018. Deliverables 3 e. - Created and published list of feed ingredients with boar taint reducing capacities (WG2). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1460483>.
- Zammerini, D., Wood, J.D., Whittington, F.M., Nute, G.R., Hughes, S.I., Hazzledine, M. & Matthews, K. 2012. Effect of dietary chicory on boar taint. *Meat Science* 91(4): 396–401.
- Zenodo.org. [https://zenodo.org/record/1460483/files/Deliverable2\\_V2.xlsx?download=1](https://zenodo.org/record/1460483/files/Deliverable2_V2.xlsx?download=1).



**Löydät meidät  
verkosta**

**luke.fi**



Luonnonvarakeskus (Luke) Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki